

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra mechanické technologie**

**Návrh pracoviště na výrobu svařenců střech pro tramvaje 26T a 28T**

**Workplace Design to Manufacture Welded Roof for Trams 26T and 28T**

**Student:**

**Josef Habich**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

**Ostrava 2014**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání bakalářské práce

Student: **Josef Habich**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie  
Téma: **Návrh pracoviště na výrobu svařenců střech pro tramvaje 26T a 28T**  
**Workplace Design to Manufacture Welded Roof for Trams 26T and 28T**

Zásady pro vypracování:

- 1) Analýza současného stavu
- 2) Zhodnocení současného stavu
- 3) Návrh řešení
- 4) Projekt pracoviště
- 5) Celkové zhodnocení projektu

Seznam doporučené odborné literatury:

NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1  
NOVÁK, J. *Racionalizace výroby*. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2007.  
URL: <http://www.fs.vsb.cz/europrojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>  
NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2007.  
URL: <http://www.fs.vsb.cz/europrojekty/414/organizace-a-řízení.pdf>  
NOVÁK, J. *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava, 2004. 266s.  
KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., MIČIETA, B., MATUSZEK, J. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*, Žilina, 2000. 398 s. ISBN:80-7100-553-3  
SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. Ostrava, 1990 . 191s. ISBN 80-7078-033-9

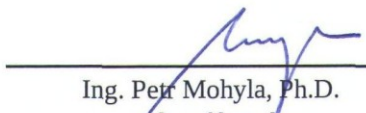
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



  
Ing. Petr Mohyla, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 12. 5. 2014 .....

.....  .....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..... 12. 5. 2014 .....

.....  
.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Josef Habich

Adresa trvalého pobytu autora práce: Kolšov 96, 78821 Sudkov

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

HABICH, J. *Návrh pracoviště na výrobu svařenců střech pro tramvaje 26T a 28T: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 84 s. Vedoucí práce: Novák, J.

Bakalářská práce je zaměřena v první části na obecné pojmy, které přiblíží problematiku rozmístění pracoviště. V analýze současného stavu představuji jednotlivé střechy, které jsou důležitou součástí mé práce v následujícím návrhu. Ve zhodnocení současného stavu jsem došel k závěru, že je zapotřebí výrobní halu kompletně vybavit. Návrh se ubírá k předběžnému technologickému postupu a nejvhodnějšímu rozmístění pracoviště s veškerým vybavením. Projekt pracoviště obsahuje kapacitní výpočet, jednotlivá pracoviště ve 3D a jejich přesné funkce. Závěr patří celkovému zhodnocení a splnění požadavků.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

HABICH, J. *Workplace Design to Manufacture Welded Roof for Trams 26T and 28T: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 84 p. Thesis head: Novák, J.

The first part of this bachelor thesis focuses on general terms concerning workplace layout. The analysis of the current state presents individual roofs which form an important part of my work. Assessing the current state I came into a conclusion that the production hall is necessary to be completely equipped. The proposal outlines draft technological procedure and the most suitable workplace layout including the equipment. The workplace project consists of capacity calculations, 3D animation of individual workplaces and their exact functions. The conclusion of my work is devoted to overall assessment and meeting of requirements.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Josefu Novákovi CSc., za jeho vedení, společnosti Pars nova a.s., zastoupenou panem Janem Kosteckým za ochotu a cenné rady. Dále bych poděkoval své rodině a přítelkyni za podporu.

# Obsah

	strana
Úvod.....	9
1 Zasvěcení do problematiky rozmístění pracoviště.....	11
1.1 Výrobní systém .....	11
1.1.1 Vlastnosti výrobního systému .....	12
1.1.2 Kritéria výrobních systémů .....	13
1.2 Manipulace materiálu.....	15
1.2.1 Zastoupení manipulace s materiálem v podniku .....	15
1.2.2 Bezpečnost práce při manipulaci s materiálem .....	16
1.2.3 Materiálový tok .....	16
1.3 Prostorové rozmístění pracoviště – Layout.....	17
1.3.1 Charakteristika rozmístění pracoviště .....	17
1.3.2 Základní způsoby rozmístění.....	17
1.3.3 Všeobecný postup při sestavení návrhů .....	20
1.4 Zásady pro rozmístění jednotlivých strojů v dispozičním řešení.....	23
2 Analýza současného stavu .....	24
2.1 Společnost Pars nova a.s. ....	24
2.1.1 Historie společnosti .....	25
2.1.2 Charakteristika společnosti.....	25
2.2 Představení tramvají 26 T a 28 T .....	27
2.3 Analýza výrobků .....	29
2.3.1 Podsestavy .....	30
2.3.2 Sestavy.....	37
3 Zhodnocení současného stavu .....	44
4 Návrh řešení.....	45
4.1 Předběžný výrobní postup.....	45
4.2 Stroje .....	46
4.2.1 Výrobní stroje.....	46
4.2.2 Manipulační stroje .....	52
4.3 Úložné a pracovní prostory .....	55
4.3.1 Pracovní plochy .....	55
4.3.2 Úložné konstrukce .....	57
4.3.3 Úložné boxy.....	59

4.4 Prvky bezpečnosti .....	60
4.4.1 Aktivní prvky bezpečnosti.....	60
4.4.2 Pasivní prvky bezpečnosti .....	62
5 Projekt pracoviště .....	64
5.1 Kapacitní výpočet.....	65
5.2 Konečný výrobní postup s rozmístěním jednotlivých pracovišť .....	69
5.1.1 Nastavení přípravku.....	74
6 Celkové zhodnocení projektu .....	81
7 Seznam použité literatury .....	83



# Úvod

*„V umění, jako v průmyslu - kdo později začíná, je vybaven moderněji. A má lepší předpoklady pro standardizaci.“*

Gabriel Laub

Tak jako my stárneme, tak se doprava vyvíjí kupředu neomezenou rychlostí. Populace se rozrůstá a čím dál více lidí bere veřejnou dopravu jako součást svého „poměrně rychlého“ života.

Výroba strojírenských podniků je běh na dlouhou trať. Nejen že se zabývají účelností dopravních prostředků, ale i jejich designem. Například zhotovení jedné tramvaje může trvat až půl roku, a proto firma, která se touto produkcí zabývá, vyžaduje i kvalitní pracoviště, které bude plně funkční.

Jedním z rozhodujících faktorů úspěšně fungující dílny je její přehlednost. To znamená, že dělníci by neměli přebíhat z jedné půlky místnosti na druhou a přidělovat si tím zbytečnou práci, kde ztrácejí drahocenný čas. Řešením tohoto problému se budu zabývat ve společnosti Pars nova a.s.<sup>1</sup> (mimo jiné získala i mnoho ocenění v kolejové dopravě), kde je potřeba vybudovat novou dílnu na výrobu svařenců střech tramvají 26T a 28T. Tyto tramvaje jsou nové moderní špičky na trhu, které vynikají bezpečnostní normou, nízkopodlažní podlahou a moderním designem. Střechy, které se budou vyrábět v nově navrhnuté dílně, se skládají z různých dílů, jenž je zapotřebí svařit v jeden velký celek.

Rozhodl jsem se, že pro svůj návrh využiji předmětného uspořádání pracoviště, protože se mi to jeví jako nejlepší řešení. Pracovní procesy budou na sebe navazovat a tím se zabrání již zmíněnému „přebíhání z jednoho koutu místnosti na druhý“. Dalšími důvody proč používat předmětné uspořádání pracoviště jsou následující – dodržování sjednaných časových lhůt a snížení pracovních nákladů, což ocení nejen podnik. A to je důvod, proč dříve používané volné uspořádání nahrazuje tento efektivnější způsob. To si podniky často neuvědomují.

---

<sup>1</sup> Společnost zabývající se výrobou a opravou kolejových vozidel.

Dílnu bych chtěl doplnit o vhodná zařízení tak, aby byla zdravotně nezávadná (např. vhodným osvětlením, funkčním odsáváním výparů, kvalitní svářecí technikou). Zdravotní nezávadnost je dnes často omílaným tématem, ale často se neřeší.

Cílem této bakalářské práce je vytvoření konečného návrhu pracoviště pro firmu Pars nova a.s., vytvořit rešerši z odborné literatury vztahující se k tématu a na jejím základě vytvořit co nejefektivnější koncept pracoviště.

# 1 Zasvěcení do problematiky rozmístění pracoviště

Rozmístění pracoviště z anglického slova „layout“ znamená rozmístění jednotlivých pracovních stanic, strojů, nástrojů a dalšího potřebného vybavení s důrazem na pohyb práce. Správně navrhnuté a rozmístěné pracoviště má velký podíl na tom, aby výrobní náklady byly nízké. S tím jsou samozřejmě spojené náklady na manipulaci a přepravu materiálu. Pro stanovení této problematiky je zapotřebí definovat samotný výrobní systém.[3]

## 1.1 Výrobní systém

*„Výroba je prostředkem uspokojení potřeb vytvořením věcných statků a služeb. Je výsledkem cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup.“ [1, s. 93]*

Výrobní systém se potom skládá z jednotlivých podsystémů (obsahující jednotlivé prvky, jejich uspořádání, vzájemné vazby a jejich působení), jehož cílem je výroba. Hlediska ovlivňující výrobní systém jsou např. složitost a rozsah výroby, způsob řízení. [2]



**Obrázek 1:** Schéma výrobního systému

**Systém výroby rozdělujeme na tyto tři části**

### 1. Vstup – výrobní činitel

- **elementární činitel** – fyzická podstata výrobního systému
  - potenciální – pracovní síla a výrobní prostředky
  - spotřební – materiály, které se ve výrobním procesu spotřebují
- **dispozitivní činitel** – management

**2. Transformační proces** – proces, při kterém dochází k přeměně za dodržení určitého postupu

**3. Výstup** – hotové zboží

- materiální
- nemateriální [1]

### **1.1.1 Vlastnosti výrobního systému**

Mezi důležité vlastnosti výrobního systému patří kapacita a elasticita, která se vyskytuje ve všech výrobních systémech. [1]

#### **Kapacita**

Kapacita je schopnost vyrobit určitý výrobek libovolné velikosti, druhu a struktury za určitou dobu, při dodržení technicko-organizačních podmínek. Tento parametr ovšem není jednoznačný, když je stanoven druh výrobku. Pro tento výrobek je možné také zvolit maximální intenzitu za časovou jednotku. Schopnost výkonu je rozlišena na kvalitativní a kvantitativní (kvalitu a kvantitu).

**Kvalitativní** způsob udává druh a jakost kapacitní jednotky neboli jak jsou kvalitní druhy výkonu. **Kvantitativní** způsob popisuje časové období intenzity výroby. [1]

#### **Elasticita**

Elasticita znamená přizpůsobivost, pohyblivost, přestavitelnost výrobního systému na změnu vyvolanou pracovním úkolem. Elasticita se také rozlišuje na kvalitativní a kvantitativní způsob. **Kvalitativní** způsob představuje výrobní systém, kde se používají alternativní druhy. **Kvantitativní** elasticita dokáže reagovat na množství změny v objemu výroby. [1]

### 1.1.2 Kritéria výrobních systémů

V praxi se setkáme s různými výrobními systémy. Rozbor výrobních systémů má význam z hlediska aplikovaných metod řízení, plánování, volby výrobních zařízení, organizačního uspořádání apod. Výrobní systém proto lze rozlišit dle vztahu k:

- programu,
- procesu,
- vstupům.

#### A. Výrobní typy podle programu

Mluvíme zde o charakteristice výstupu z výrobního systému.

- počet vyráběných druhů výrobků
  - jeden produkt
  - více produktů [1]
- množství vyráběných výrobků najednou
  - **hromadná výroba** – charakter výroby velkého počtu jednoho či několika málo druhů výrobků. Kvůli výrobním procesům, které se stále opakují, je vhodné používat jednoúčelových zařízení. [2]



**Obrázek 2:** *Příklad hromadné výroby*

- **sériová výroba** – vyrábí se větší počet výrobků stejného druhu. Zvyšuje se opakovatelnost výrobních procesů a zmenšuje se výrobní sortiment. Výroba

funguje ve výrobních dávkách neboli sériích. Využívají se jednoúčelová i víceúčelová zařízení.



**Obrázek 3:** *Příklad sériové výroby*

- **kusová výroba** – vyznačuje se velkým počtem druhů vyráběných výrobků a malým množstvím kusů. Stejná výroba se již nemusí opakovat, využíváme universální zařízení. [2]



**Obrázek 4:** *Příklad kusové výroby*

- vztah k odbytu
  - výroba pro zákazníky – podle přání zákazníka se vyrábí zakázky pro zákazníky
  - výroba pro trh – provádí se průzkum trhu, podle kterého se vyrobí výrobky tzv. výroba na sklad. [1]

## **B. Výrobní typy podle procesu**

Jedná se o organizační uspořádání pracoviště. Rozmístění pracoviště závisí na způsobu výroby, opakovatelnosti a stupni specializace pracoviště. Rozmístění rozdělujeme na **individuální** (výrobní procesy se neopakují a výrobních pracovišť je málo) nebo **skupinové** (technologické, předmětné, smíšené, buňkové, modulární). [2]

## **C. Výrobní typy podle vstupů**

Výrobní faktory představující materiál, přípravky, nářadí, lidskou práci apod. jsou aplikovány ve výrobním procesu s různým zastoupením.

- podíl vstupů
- jakost vstupů [1]

## **1.2 Manipulace materiálu**

Manipulací rozumíme fyzický pohyb s materiály (vaznice, kružiny, nářadí, odpad, hotové výrobky).

Manipulace již neznamena jen přemístění předmětu, ale je to souhrn operací, do kterých řadíme i balení, vážení, počítání a měření. Manipulace je nedílná součást strojírenské výroby a zaměstnává téměř 50% dělníků. Z toho vyplývá, že manipulace s materiálem je neustálá zásoba časových rezerv a racionalizace. [5]

### **1.2.1 Zastoupení manipulace s materiálem v podniku**

Nedílným prvkem výroby firmy a oběhu je i manipulace s materiálem.

Dělíme proces výroby na:

- základní výrobu
- řídicí procesy
- pomocné procesy
- obslužné procesy
- přípravné procesy

Manipulace s materiálem se vyskytuje ve všech výše uvedených procesech a utváří téměř celou náplň obslužných procesů. [5]

### **1.2.2 Bezpečnost práce při manipulaci s materiálem**

Je třeba zdůraznit, že při manipulaci s materiálem se musí dodržovat bezpečnost práce, protože většina úrazů vzniká na pracovišti.

Pro bezpečnost práce při manipulaci s materiálem musíme dodržet několik zásad:

- udržování pracoviště v čistotě, správné rozmístění jednotlivých pracovišť, přístupnost uliček a dopravních cest
- mechanizace a automatizace, dodržet bezpečnost práce při zvedání těžkých břemen a u nebezpečných operací
- omezení manipulace na minimum, projektováním toku materiálu
- zřetelné značení dopravních cest, chodeb, uliček, přičemž je nutné dodržet rozměrové výměry. Šířka chodby 1 m a šířka uličky 60 cm.
- obousměrné cesty volíme o 1 m širší než je šířka nejširších dopravních prostředků
- osvětlení dopravních cest a označení nebezpečných míst
- rovnost podlahy navrhujeme bez náhlých výškových rozdílů [5]

Při plánování manipulace s materiálem, musíme mimořádně dbát na omezení nežádoucích vlivů pracovního prostředí na lidský faktor. [5]

### **1.2.3 Materiálový tok**

Materiálový tok představuje součet všech základních pohybů, které provádíme manuálně a rovněž s pomocí technického zařízení (dopravní a přepravní stroje). [5] Je důležitý pro jednotlivé prostorové uspořádání výroby a nejčastěji se charakterizuje směrem, četností výskytu, intenzitou, rychlostí pohybu a výkonem.

Účelem tohoto řízení je zamezení nebo alespoň omezení přerušovaného pohybu mezi jednotlivými technologickými procesy a zaručení plynulosti, rytmičnosti pohybu, zamezení zbytečné manipulace i práce, zavedení mechanizace popř. automatizace pro fyzicky těžké práce. [6]



Materiálový tok je dán přerušovaností a nepřerušovaností výroby. Správně zvolenou formou organizačního procesu se doba přerušení významně zkrátí. Rozlišujeme dvě formy organizace:

- rytmická forma organizace výroby – přesně rozčleněné výrobní procesy na jednotlivé činnosti tak, aby každý úsek trval stejně dlouhou dobu.
- nerytmická forma organizace výroby – zahrnuje skupinovou a fázovou výrobu. [6]

### **1.3 Prostorové rozmístění pracoviště – Layout**

Na efektivnost podniku má významný vliv uspořádání pracoviště, které v dnešní době hraje významnou roli. Proto by mělo být výrobní pracoviště dobře a kvalitně navrženo. Prostorovému uspořádání musíme věnovat patřičnou pozornost. Cílem prostorového uspořádání je účelné rozmístění výrobního zařízení, které musí být přehledné, musí ušetřit náklady na manipulaci, dopravu materiálu a splňovat bezpečnost práce. Je potřeba zamezit plýtvání výrobních ploch a zbytečným pohybům pracovníků. V dnešní době je velmi důležité, aby každý pracovník měl co nejlepší podmínky pro výkon své práce. [3]

#### **1.3.1 Charakteristika rozmístění pracoviště**

Správně rozmístěné pracoviště je důležité. Rozlišujeme tři důvody:

1. vytvoření prostorového uspořádání je závislé na financích a úsilí
2. časově náročná záležitost, vzniklé chyby se špatně odstraňují
3. dopad na náklady a efektivnost výrobních operací [3]

#### **1.3.2 Základní způsoby rozmístění**

Cílové rozmístění by mělo vyhovovat základním požadavkům (hospodárnosti výroby, minimální manipulace, přímočarosti a nevratnosti technologického toku, bezpečnosti práce). V současnosti se zabýváme pěti způsoby uspořádání pracoviště, které můžeme různě a efektivně kombinovat.

- **volné** – uspořádání rozmísťuje stroje na pracovišti náhodně. Používané v údržbářských a prototypových dílnách. V dnešní době je tento způsob nevyhovující.

- **modulární** – uspořádání charakteristicky stejných technologických bloků. Pro použití NC strojů.
- **buňkové** – automatizovaný výrobní systém, který je tvořen roboty. Plně mechanizované a automatizované pracoviště.
- **technologické** – stroje jsou uspořádány do skupin podle příbuznosti.
- **předmětné** – stroje jsou uspořádány podle technologického postupu za sebou. [4]

### 1.3.2.1 Technologické uspořádání pracoviště

Jedná se o jedno z nejstarších uspořádání. Pracoviště se zakládá na příbuznosti výrobních zařízení a výrobek putuje při výrobě mezi jednotlivými skupinami pracovišť, podle jeho postupu výroby. Výrobek se může dle potřeby vracet i zpět na příslušná pracoviště. [2]

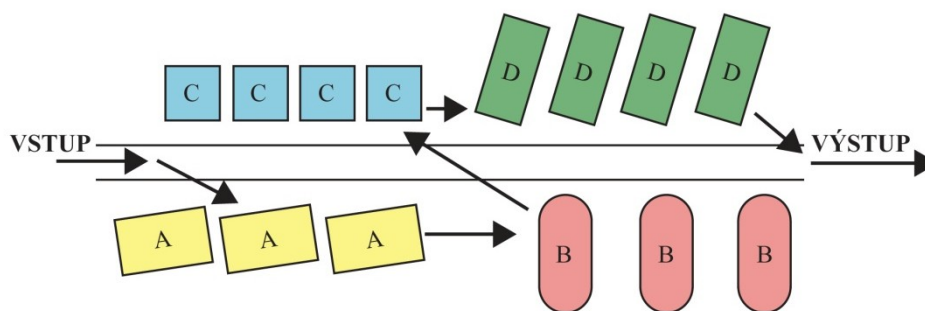
Materiálový tok jednoho směru nelze určit, protože vyráběné díly jsou různorodé. Technologické uspořádání se aplikuje většinou u kusové a malosériové výroby. [4]

#### Výhody

- změna výrobního programu nenaruší výrobní proces
- kvalitnější využití strojů
- mistrové se specializují podle profesí
- zavedení snadné obsluhy více strojů najednou
- omezené množství nástrojového vybavení (jedno zařízení poslouží více nástrojům)
- snadnější údržba

#### Nevýhody

- zvýšené dopravní náklady
- zvětšena výrobní plocha v důsledku lepší pohyblivosti materiálu
- problematický a zdlouhavý tok materiálu
- zvýšená doba průběhu
- náročnější na centrální mezisklad
- na pracovišti je větší oběžný objem výrobních dílů [4]



**Obrázek 5:** Technologické uspořádání

### 1.3.2.2 Předmětné uspořádání pracoviště

Pro firmu, která zhotovuje výrobky sériově či ve vyšším sledu je velice výhodné předmětné uspořádání. Hlavním charakteristickým znakem tohoto uspořádání je především to, že všechna pracoviště se řadí dle jednotlivých výrobních procesů produktů, které firma zhotovuje (dílna na výrobu střech tramvají, dílna karoserie atd.). Tímto vzniká výrobní proud. Vyžadujeme-li, aby předmětné uspořádání bylo pokrokovější, je nutno mít kvalitní technickou přípravu výroby taktéž i plánování výroby.

Předmětné uspořádání se dá využít nejen pro několik produktů, ale i pouze pro jednu součástku. To vyřešíme tak, že sestavíme sadu součástí, která stroje zatíží na 80%, a nadále pak pro ni seřadíme pracoviště do jedné linky (je lepším stupněm předmětného uspořádání).[4]

Nejlepším stupněm předmětného uspořádání je automatická synchronizovaná linka, která je složená z unikátních strojů (pro jeden účel). Taktéž je vybavena jednotným dopravníkem, jenž je ovládán řídicím panelem či technikou.

Pro střední sériovou výrobu je typické, že se v ní nachází větší kolekce součástek, které ovšem nemají stejnou posloupnost všech operací. V tomto případě není předmětné uspořádání zcela ideální, jelikož tok materiálu není vhodný pro každý druh součástky. Stroje tedy musíme uspořádat dle nejobjemnějších či nejtěžších druhů součástek nebo nejpočetnějších skupin součástek. Tímto způsobem vznikají vícepředmětné linky.

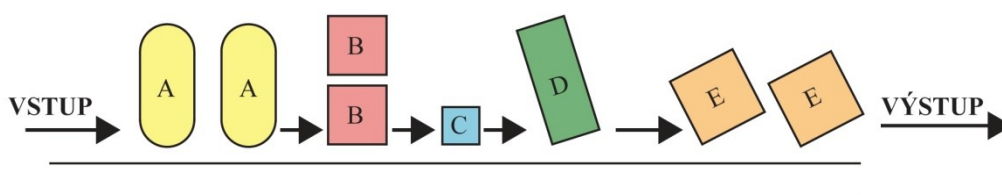
Všeobecné strojírenství, středně těžké strojírenství, velkosériová a hromadná výroba – tady se předmětné uspořádání používá nejvíce. Souběžný nebo smíšený způsob zpravidla využíváme při plánování a řízení výroby. Dělníci nemusejí pracovat v daném oboru (většinou stačí jen zaučení pověřenou osobou).[4]

Výhody:

- úbytek manipulačních tras
- redukce nedokončeností
- výrobní plocha je výrazně menší a tím uspoříme finanční náklady
- úbytek režie na manipulaci a mezioperačních časů
- úbytek průběžné doby a spolu s tím i ušetření oběžných prostředků
- odpadá centrální mezisklad [4]

Nevýhody:

- pokles objemu výroby znamená menší využití strojů
- jednoúčelové stroje v tomto uspořádání jsou náročnější a nákladnější na jejich údržbu a výrobu.
- při změně výrobního programu dochází ke značným změnám v uspořádání strojů a zařízení [4]



**Obrázek 6:** *Předmětné uspořádání*

### 1.3.3 Všeobecný postup při sestavení návrhů

Podstatnou podmínkou pro sestavení dostatečného námětu, je náležitý metodický krok. Uchystání námětu je práce periodická, existující v těchto pracovních fázích:

- diagnostikace – rámcové zkoumání
- získávání poznatků

- rozbor současného stavu
- návrh

realizace projektové práce (tato část není součástí přípravy návrhů) [4]

## **Diagnostika**

Jde o prvotní, pohotové obeznámení s předmětem řešení. Diagnostika je důležitá k usměrnění pozornosti na zásadní části problematiky. Současně představuje fázi, která zaručuje účelný přístup k řešení problematiky. Zkušení odborníci, kteří vědí o vzájemné závislosti jevů a jejich příčin provádějí diagnostiku – rámcové zkoumání. [4]

## **Získávání poznatků**

Na shromažďování poznatků se někdy zapomíná a mluví se o nich jako o pomocných. Tuto fázi nelze vypustit, neboť je důležitá pro další rozbor informací. Získávání poznatků je nutno uspořádat v takový prospěch, který vede ke snížení průběžné doby.

Z diagnostiky vyplynou všechny potřebné informace. Uspořádáme získané poznatky tak, aby vytyčené podklady byli k dispozici pro analýzu v předepsané době. Poznatky získáváme:

- z evidence
- z pozorování – poznatky nové, objektivně znázorňující skutečnost

Před samotným rozбором současného stavu se dané poznatky ještě zpracují. [4]

## **Rozbor současného stavu**

K rozboru je možno postoupit až po vykonání výše uvedených prací. Možná východiska dané problematiky vyplynou jedině z kvalitně vytvořeného rozboru. Veškeré faktory výrobního organismu vyřeší všestranný projekt, a proto se i rozbor týká širokého pole působnosti (produktu, výrobního programu, uspořádání výrobního procesu, vedení). [4]

Základní rozborů vytvářené před uspořádáním všech návrhů jsou:

- rozbor standardizace <sup>2</sup>
- rozbor vybavení výrobních strojů a zařízení a jejich uplatnění
- rozbor vybavení výrobních specifických nářadí
- rozbor spotřeby času výroby a manipulace
- rozbor míry zastoupení mechanizací a automatizací ve výrobě [4]

Školení odborníci s odpovídajícími vlastnostmi mohou provádět rozbor. Rozvažujeme, posuzujeme a hodnotíme prohlížený úkaz ze všech stran tj. z určitého hlediska (psychologického, technického, sociologického, atd.) [4]

## **Návrh**

V návrhovém údobí můžeme velmi dobře uplatnit tvořivý talent řešitele. Je zřejmé, že žádný návrh nemůžeme v plné míře opakovat. Řešitel přijatelně využívá vzorových řešení i dílčích aplikací a především pracuje samostatně. Na co však před každou prací nesmí zapomenout, je zpracování rešerší a velmi pečlivým prostudováním odborné literatury a veškerých informací. Řešitel pak za pomoci dosažených informací, které vyplynuly z pečlivého rozboru, vybírá vhodnou variantu, na které vypracuje technickou dokumentaci. Řešitel nesmí zapomínat na velmi důležitou věc, a to, že i když ve svém projektu řeší část většího celku, musí respektovat a řešit části styčných vazeb s vyšším kompletem (výstupní a vstupní vztah systému). [4]

V této fázi je nutné si navrhnout náběh produkce, která v podstatě ovlivňuje účinnost akce a dobu návratnosti podnětných výdajů. Je potřeba ekonomicky zhodnotit návrh, v němž srovnáváme výhody a výdaje.

Vypracování časového návrhu realizace je součástí každé závěrečné projektové práce, která se zpravidla vypracovává jako síťový graf. [4]

## **Realizace projektové práce**

Dovršením veškerých návrhů a přípravných procesů je realizace projektové práce. Je to zároveň zkouška toho, jak jsme pracovali při návrzích – pokud špatně, nedostatky se

---

<sup>2</sup> Standardizace je proces, při kterém dochází k výběru, sjednocování a také ke stabilizaci řešení, postupů, vstupních i výstupních prvků a jejich kombinací. [1]

projeví v průběhu realizace. Kvůli tomu se vady v pojetí a ekonomické hodnocení nemilosrdně projeví již v začátcích nového provozu. V nainstalování a zavedení projektovaného konceptu, spočívá vlastní práce realizační fáze. [4]

#### **1.4 Zásady pro rozmístění jednotlivých strojů v dispozičním řešení**

Z ptačí perspektivy vyznačujeme stroj s jeho krajními rozměry a krajními polohami pohyblivých částí strojů. Musíme dodržet pokyny základních zvyklostí a norem s ohledem na bezpečnost a hygienu práce, přestože bychom chtěli stroje a odkládací plochy rozmístit tak, aby zabírali co nejméně místa. Je důležité, aby konstruktér pracoviště věděl, kde má být stroj vhodně umístěn v závislosti na elektrické zásuvce a kde bude pracovní působíště dělníka ovládajícího tato zařízení. Při upevňování těžkých břemen na zařízení bez mostového jeřábu, je třeba umístit k zařízení balancér, jeřáb a nebo jakýkoliv vhodný prostředek. V dispozičním řešení se mimo strojů zakresluje i veškeré příslušenství navrhované místnosti. Na návrhu místnosti kótujeme rozmístění strojů tak, aby kóta směřovala od sloupů ke krajní kontuře stroje. Stroje dělíme na malé (obrys cca 800x1500 mm) a velké (jeden rozměr převyšuje 3500 mm). [4]

## 2 Analýza současného stavu

Firma Pars nova a.s., vlastní nevyužívanou halu o rozměrech 50,000 m × 18,250 m × 9,000 m v prostorách sídla firmy v Šumperku, kterou by ráda využila k inovaci výroby tramvají. Nachází se zde vrata o rozměrech 6000 mm × 3000 mm, které sousedí se vstupními dveřmi. Do haly vedou koleje, které umožní železniční přepravu. V celé hale se nenachází žádné překážky (sloupy, elektrické vedení, stěny), které by bránili v rozmístění vybavení.

Firma požaduje celkový návrh dílny, který bude sloužit požadovaným účelům (vybavení pracoviště, prostorové uspořádání, kapacitní výpočet, aj.). Projekt by měl být vyhotoven tak, aby byl tzv. nadčasový a co nejdéle splňoval nejmodernější technické nároky.

### 2.1 Společnost Pars nova a.s.

Společnost Pars nova a.s. se specializuje na opravy, modernizaci a částečnou výrobu kolejových vozidel. Zákazníkům přináší technicky a ekonomicky zajímavá řešení, čímž napomáhá k vyšší kvalitě a efektivitě železniční a tramvajové dopravy. Hlavní odběratele společnosti tvoří České dráhy, městské dopravní podniky, aj. [7]



**Obrázek 7:** *Pars nova a.s.*



### **2.1.1 Historie společnosti**

V roce 1884 na území Rakousko-Uherska byly v Šumperku vybudovány na tehdejší dobu největší a nejlépe vybavené státní dílny. Modernizace železnic šla stále kupředu, a tak se uvažovalo již před druhou světovou válkou o rozšíření lokomotivního depa. Válka napáchala mnoho škod a bylo potřeba se s nimi vypořádat a také s problematikou velkého počtu sortimentu lokomotiv.

Položením stavebního kamene po druhé světové válce v roce 1947 se začala psát historie nynější firmy Pars nova a.s. V roce 1952 byl započat provoz v nově vybudovaných ČSD dílnách a osm let poté šumperská firma vytvořila i další závod – Dílnu pro opravu vozidel Šumperk a Česká Třebová. Roku 1973 se změnil i samotný název na ŽOS Šumperk. [7]

Tento podnik byl původně určen k opravě kolejových motorových vozů, avšak to se brzy změnilo. Dílna byla inovována a začala opravovat nejen motorové vozy, ale i elektrické lokomotivy, vozidla na údržbu trolejí, lokotraktory, atd. Takto se opravilo kolem 8.000 vozidel různých typů během prvních 15ti let trvání firmy.

Roku 1993, kdy jsme se stali samostatnou Českou republikou, byly tyto šumperské železniční opravny a strojírny ČSD privatizovány. Firma byla v tomto období rozšířena a začala opravovat další železniční vozidla a tramvaje. [7]

S příchodem do dalšího století byla založena akciová společnost Pars nova a.s., která již po osmi letech byla začleněna do skupiny Transportation akciové společnosti Škoda holding.

### **2.1.2 Charakteristika společnosti**

Pars nova a.s. je dnes jedna z nejvýznamnějších firem v oboru a může se pyšnit rozsáhlým sortimentem svých služeb – opravami a modernizací železničních vozidel, tramvají a trolejbusů. Svojí kapacitou 800 zaměstnanců je Pars nova a.s. největší v šumperském regionu. Obchoduje se zákazníky z celé Evropy, například s Bosnou a Hercegovinou, Ukrajinou a jinými státy. Každý rok se prezentuje svými novinkami na veletrzích u nás i v zahraničí. Mimo jiné získala i mnohá ocenění a já věřím, že nejsou

poslední. Svými kvalitními výrobky šíří dobré jméno po celé Evropě a známé heslo „zlaté české ručičky“ jim rozhodně není cizí. [7]

### Společnost je držitelem následujících certifikátů:

- Certifikát ISO 9001:2009 – o zavedení a užívání systému, který zaručuje kvalitu v oboru Opravy a modernizace kolejových vozidel, opravy jednotlivých agregátů a částí, výroba náhradních dílů, vydaný pod registračním č. 05.736.781 v Praze dne 31. 5. 2012.
- Certifikát ISO 14001:2005 – o zavedení a používání ekologicky orientovaného řízení, systému environmentálního managementu, vydaný pod číslem 05.736.783 s platností do 31. 5. 2015. Všechny činnosti v areálu Pars nova a.s. jsou v souladu s ochranou životního prostředí.
- Certifikáty opravňující k opravám drážních vozidel, které jsou provozovány na území ČR a SR (motorových a elektrických lokomotiv, elektrických dopravních jednotek, motorových, montážních a osobních vozů, tramvají a trolejbusů) a drážních vozidel německých drah. [7]



**Obrázek 8:** Certifikáty ISO 9001 a ISO 14001 [7]

## 2.2 Představení tramvají 26 T a 28 T

### Tramvaj 26 T

Jedná se o pětičlánkovou a 100% nízkopodlažní tramvaj, která je schopná jezdit v obou směrech. Tramvaj pokračuje v sérii obousměrných vozidel oblíbených v americkém Portlandu, Itálii a v polské Wroclawi. V bezpečnostní oblasti splňuje nejnovější evropskou normu, která zabezpečuje cestujícím větší bezpečí v případě nehody.



**Obrázek 9:** *Tramvaj 26 T* [8]

Snížené náklady na provoz a údržbu, mají na svědomí asynchronní trakční motory, kde při brzdění dochází k rekuperaci energie. Veškerá elektrická výbava se ukrývá ve střešní konstrukci. Zásadou širší karosérie může tramvaj 26 T oproti předcházejícím typům přepravovat více než 300 cestujících. Plošiny u dveří poskytují spoustu místa pro dětské kočárky a osoby se sníženou pohyblivostí. Tramvaj je také vybavena klimatizací a informačním systémem. [8]

## Technický popis

**Tabulka 1:** Technický popis tramvaje 26 T [8]

Délka	32 100 mm
Šířka	2 650 mm
Výška vozidla přes sběrač	3 560 mm
Celkový počet cestujících	více než 300
Napájení	600 V DC
Pohon	760 kW

## Tramvaj 28 T

Tento typ nového vozidla vychází z tramvaje 26 T. Jedná se také o pětičlánkovou a 100% nízkopodlažní, obousměrnou tramvaj, která je vybavená moderní elektronikou. Rozdíl se nachází například ve skřini vozidla, která je delší a užší o 100 mm. Také střední podvozek obsahuje parkovací typ brzdy a zpětná přední zrcátka se nachází na obou stranách kabin. Tramvaj, která je určená pro turecké město Konya má klimatizaci dimenzovanou na vyšší výkony kvůli horkému podnebí. Chloubou je moderní design, který byl převzat z islámské architektury.



**Obrázek 10:** Tramvaj 28 T [8]

Tramvaj 28 T poskytuje pro cestující jak bezpečnost té nejvyšší evropské normy, tak i pohodlí ke kterému přispívá informační systém a zmíněná klimatizace. Provozní náklady jsou nízké, díky uplatnění rekuperace energie při brzdění. Údržba je finančně nenáročná,

protože se pyšní vysokou životností, kvalitou a spolehlivostí komponentů. Veškerá elektrická výbava, která se ukrývá ve střešní konstrukci, nabízí více prostoru pro cestující. Tramvaj dovoluje pojmout až 364 pasažérů a umožňuje přístup osobám se sníženou pohyblivostí. [8]

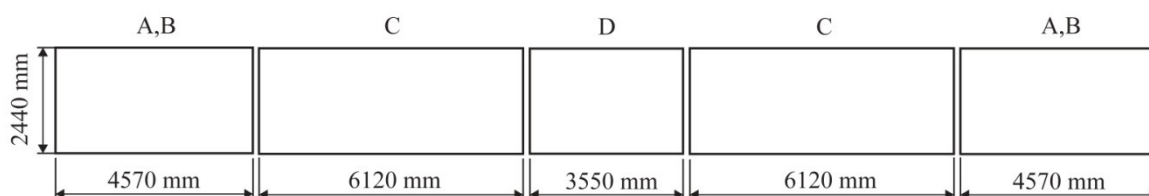
## Technický popis

**Tabulka 2:** Technický popis tramvaje 28 T [8]

Délka	32 520 mm
Šířka	2 550 mm
Výška vozidla přes sběrač	3 560 mm
Celkový počet cestujících – při 8 os/m <sup>2</sup> – při 8 os/m <sup>2</sup>	364 287
Napájení	750 V DC
Pohon	trvalý 400 kW krátkodobý 800 kW

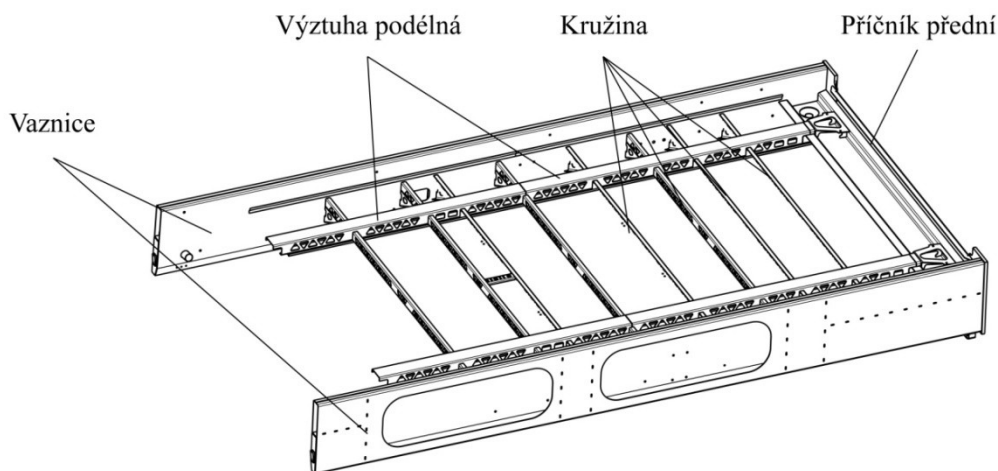
## 2.3 Analýza výrobků

Jak již z názvu vyplývá, pětičláňková tramvaj obsahuje 5 střech, které mají tramvaje 26T a 28T totožné. Střechy, které se budou vyrábět, se skládají ze tří druhů, a to ze střechy A,B, střechy C a střechy D. Každá střecha se liší svým rozměrem a případně jinými komponenty.



**Obrázek 11:** Schéma všech střech jedné tramvaje

Pro přehled, kam veškeré komponenty z podsestav patří, slouží zde názorný obrázek kostry střechy A,B , kde jsou jednotlivé komponenty vyobrazeny.



**Obrázek 12:** *Kostra střechy A,B* [9]

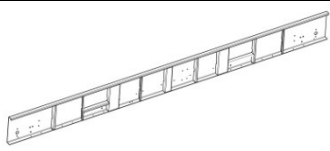
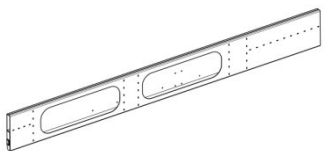
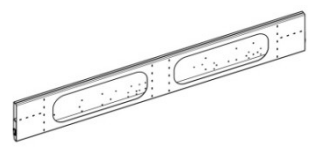
### 2.3.1 Podsestavy

K vytvoření podsestav (ze kterých se budou vyrábět střechy tramvají 26T a 28T), je zapotřebí mít potřebný materiál. Ten bude dovážěn a následně zpracováván (svařen) v určitý komponent. Tyto komponenty dohromady vytvoří jeden celek – střechu A,B , střechu C nebo střechu D. Každá střecha se liší svým složením, a proto jsem vytvořil přehledné tabulky, kde jsou součástky vyobrazeny a popsány.

#### Vaznice

Vaznice jsou vodorovné nosníky, které probíhají ve směru podélné osy. Pro každou střechu je potřeba jiný druh vaznice, která se liší svými vlastnostmi, a u každého druhu jsou použity i jiné svary. Je to profilovaný plech s výlisky, díky kterému se zvýší pevnost vaznice. Tvoří boční díl celku střechy. Dané vaznice spojují kružiny. Přehled vaznic se nachází v tabulce 3.

**Tabulka 3: Přehled vaznic [9]**

Obrázek	Název	Rozměr [mm]	Hmot.	Materiál
	Vaznice střechy C	6120 × 506 × 76	110,7 kg	S355J2C+N
	Vaznice střechy A,B	4548 × 544 × 68	107, 2 kg	S355J2C+N
	Vaznice střechy D	3550 × 506 × 68	78,9 kg	S355J2C+N

- **Vaznice střechy C** – tato vaznice vznikne pomocí těchto dílů (tabulka 4), které projdou procesem svařování, kde se uplatní níže uvedené svary.

**Tabulka 4: Jednotlivé díly vaznice C [9]**

Jednotlivé díly	Počet kusů
Plech vaznice	1
Výztuha	11
Profil těsnící	4

**Tabulka 5: Celkový přehled druhu svarů na vaznici C [9]**

Druh svaru	Metoda svařování a přídavný materiál	Délka svaru [mm]	Počet kusů
Svar bodový	- 21 <sup>3</sup>	–	195 ks
Svar tupý	135 <sup>4</sup> EN ISO 14341-A <sup>5</sup> - G 42 5 M21 3Si1	580	–
Svar koutový	135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	7820	–
Svar ½ Y	135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	120	–

<sup>3</sup> Bodové odporové svařování

<sup>4</sup> Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu (MAG)

<sup>5</sup> Evropská norma – klasifikace svarového kovu

- **Vaznice střechy A,B** – spojením vyjmenovaných dílů za pomoci svařování při uplatnění níže uvedených svarů vznikne vaznice.

**Tabulka 6:** Jednotlivé díly vaznice A,B [9]

Jednotlivé díly	Počet kusů
Díl vaznice vnitřní	1
Víko vaznice spodní	1
Výztuha vaznice	1
Díl vaznice vnější	1
Podložka	8
Svod vody	1
Profil těsnící	2
Držák	1
Výztuha	5
Výztuha vaznice úplná	3

**Tabulka 7:** Celkový přehled druhu svarů na vaznici A,B [9]

Druh svaru	Metoda svařování a přídavný materiál	Délka svaru [mm]	Počet kusů
Svar bodový	- 21	–	144 ks
Svar tupý s podložkou	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	10887	–
Svar koutový	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	3592	–
	- 135 EN ISO 14343-A - G 18 8 Mn (WNr.1.4370)	280	–
Svar žlábkový	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	700	–
Svar ½ Y	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	44	–



- **Vaznice střechy D**

**Tabulka 8:** Jednotlivé díly vaznice D [9]

Jednotlivé díly	Počet kusů
Víko vaznice spodní	2
Výztuha vaznice	2
Podložka	7
Svod vody	2
Díl vaznice	2
Profil těsnící	2
Výztuha vaznice úplná	3
Výztuha	3

Tyto díly se svaří a to níže popsanou technologií a přídatným materiálem v tabulce 9.

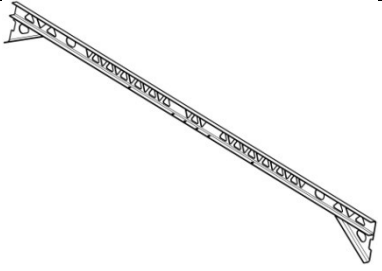
**Tabulka 9:** Celkový přehled druhu svarů na vaznici D [9]

Druh svaru	Metoda svařování a přídatný materiál	Délka svaru [mm]	Počet kusů
Svar bodový	- 21	–	92 ks
Svar tupý s podložkou	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	8664	–
Svar koutový	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	3992	–
	- 135 EN ISO 14343-A - G 18 8 Mn (W Nr.1.4370)	560	–
Svar žlábkový	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	480	–

## Kružina

Kružina je děrovaný ocelový profil tvaru U, který se skládá z příčky kružiny a dvou výztuh. Objevuje se na všech střechách, kde se liší pouze počtem použitých kružin. Kružina spojuje dvě vaznice dohromady. Nachází se pod nerezovým profilovaným plechem. Kružina je vyobrazena v tabulce 10.

**Tabulka 10:** Kružina [9]

Obrázek	Název	Rozměr [mm]	Hmot.	Materiál
	Kružina	2286 × 181,5 × 30	4,06 kg	S355J2+N

Pro přivaření výztuh se budou aplikovat následující dva druhy svarů, které jsou vypsány níže.

**Tabulka 11:** Celkový přehled druhu svarů na kružině [9]

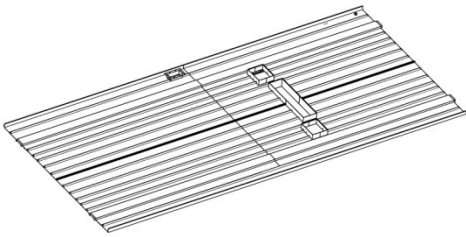
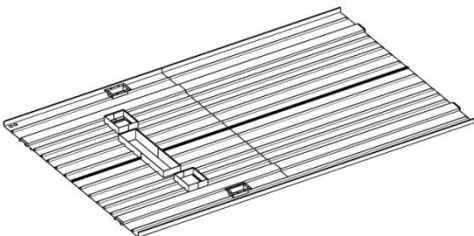
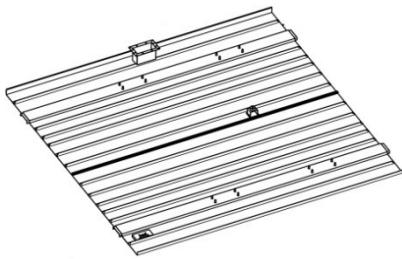
Druh svaru	Metoda svařování a přídavný materiál 135 EN ISO 14341-A	Délka svaru [mm]
Svar koutový	- G 42 5 M21 3Si1	50
Svar ½ Y	- G 42 5 M21 3Si1	430

### Nerezový profilovaný plech – NPP

Nerezový profilovaný plech je vytvarován do vlnitého tvaru a má lesklý povrch. NPP má u každé střechy odlišné rozměry. Je to poslední přivařená část, která se skládá u každé střechy ze dvou dílů (tabulka 12 – podélná černá čára představuje svarový spoj obou dílů). Slouží jako ochrana proti povětrnostním podmínkám. Nachází se nad kružinami, ke kterým je přivařen. Tento díl se po doručení pouze přivaří na kostru střechy, je dodáván již zhotoven.

- NPP střechy C
- NPP střechy A,B
- NPP střechy D

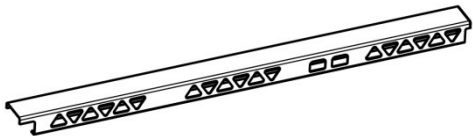
**Tabulka 12:** Přehled nerezových profilovaných plechů [9]

Obrázek	Název	Rozměr [mm]	Materiál
	NPP střechy C	4900 × 2267	Nerez
	NPP střechy A,B	3635 × 2267	Nerez
	NPP střechy D	2330 × 2267	Nerez

### Výztuha podélná

Výztuha podélná, jak již vyplývá z názvu, slouží k vyztužení konstrukce, která díky nim získává potřebnou pevnost. Jedná se o ocelový profil tvaru U. Všechny výztuhy jsou totožné, liší se pouze svojí délkou (1720 mm, 1940 mm, 2370mm, 2470 mm), která je u každého druhu střechy jiná. Pracujeme již s hotovým komponentem, který je takto dodáván.

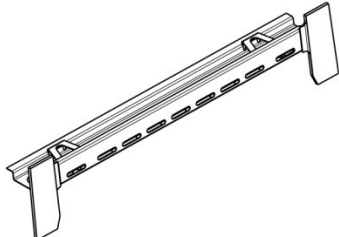
**Tabulka 13:** Výztuha podélná [9]

Obrázek	Název	Rozměr [mm]	Materiál
	Výztuha podélná	1723–2470 × 110 × 100	S355J2+N

## Příčník

Příčník se nachází mezi dvěma vaznicemi v přední části. Obsahuje dvě desky spojovací (čela), které se musí obrobit. Tento komponent najdeme pouze na střeše A,B.

**Tabulka 14:** Příčník přední [9]

Obrázek	Název	Rozměr [mm]	Hmot.	Materiál
	Příčník přední	2453 × 525 × 343	68 kg	S355J2+N

**Tabulka 15:** Jednotlivé díly příčníku [9]

Jednotlivé díly	Počet kusů
Vtok	2
Plech svodu	2
Trubka svodu TR KR 50x1,5	2
Deska spojovací	2
Část střední	1
Okap	1
Plech L	2
Žebro	4

**Tabulka 16:** Celkový přehled druhu svarů na příčniku [9]

<b>Druh svaru</b>	<b>Metoda svařování a přídatný materiál</b>	<b>Délka svaru [mm]</b>
Svar koutový	- 141 <sup>6</sup> EN ISO 14343-A - W 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	150
	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	3130
Svar koutový oboustranný	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	1452
Svar ½ Y	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	1970
Svar tupý	- 141 EN ISO 14343-A - W 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	260
	- 135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	320

### 2.3.2 Sestavy

#### **Střecha C**

Největším článkem střešní konstrukce celé tramvaje je střecha C o rozměrech 6120 mm × 2240 mm, která zaujímá druhý a čtvrtý segment tramvaje. Je tedy zároveň i nejtěžší součástí střechy. Střecha C je složena ze 2 vaznic, 12ti kružin, nerezového profilovaného plechu, 4 podélných výztuh a menších součástek. Vaznice jsou od sebe vzdáleny 2267 mm a spojují je kružiny.

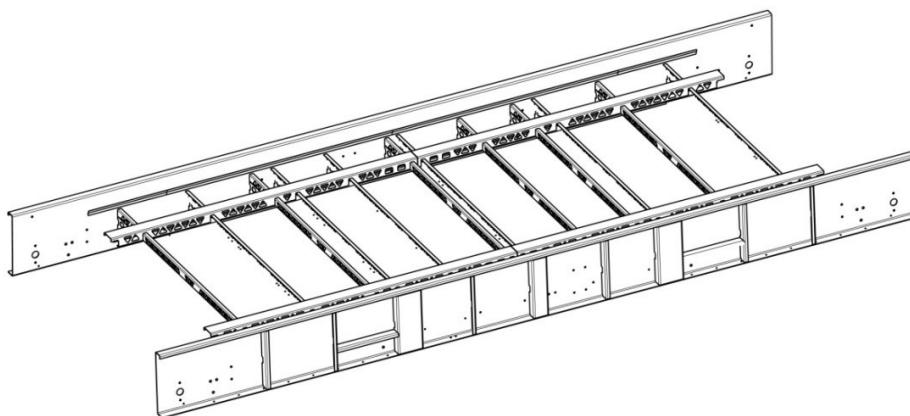
**Tabulka 17:** Kostra střechy C [9]

<b>Jednotlivé díly</b>	<b>Počet kusů</b>
Vaznice	2
Kružina	12
Výztuha podélná	4
Profil HM 28-15	4

<sup>6</sup> Obloukové svařování netavící se elektrodou v inertním plynu (WIG)

**Tabulka 18:** Celkový přehled svarů na kostře střechy C [9]

<b>Druh svaru</b>	<b>Metoda svařování a přídatný materiál</b> 135 EN ISO 14341-A	<b>Délka svaru</b> [mm]
Svar tupý	- G 42 5 M21 3Si1	1415
Svar koutový	- G 42 5 M21 3Si1	14380
Svar ½ Y	- G 42 5 M21 3Si1	17010

**Obrázek 13:** *Kostra střechy C* [9]

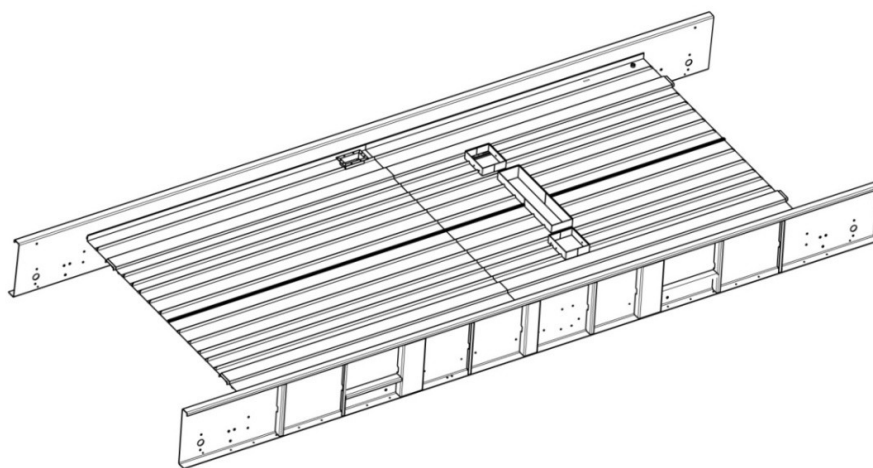
Na kostru střechy se přivaří oba díly nerezového profilovaného plechu společně s dalšími díly v tabulce 19, čímž zakončíme práci na tomto výrobku. Střecha C je svařena technikou koutových svarů, které jsou velmi účinné při velké námaze. Mimo koutový svar je zde uplatněn i svar tupý, svar ½ Y a svar Y.

**Tabulka 19:** Střecha C [9]

<b>Jednotlivé díly</b>	<b>Počet kusů</b>
Kostra střechy C	1
Nerezový profilovaný plech C1	1
Nerezový profilovaný plech C2	1
Podpěra kanálu	3
Návarek	1
Návarek M20	1

**Tabulka 20:** Celkový přehled svarů na střeše C [9]

Druh svaru	Metoda svařování a přídatný materiál	Délka svaru
	135 EN ISO 14343-A	[mm]
Svar koutový	- G 18 8 Mn (W Nr.1.4370)	11585
	- G 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	1880
	- G 19 12 3 L Si (W Nr.1.4430)	203
Svar ½ Y	- G 18 8 Mn (W Nr.1.4370)	4320
	- G 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	240
Svar Y	- G 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	1110
Svar tupý	- G 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	250

**Obrázek 14:** Kompletní střecha C [9]**Střecha A,B**

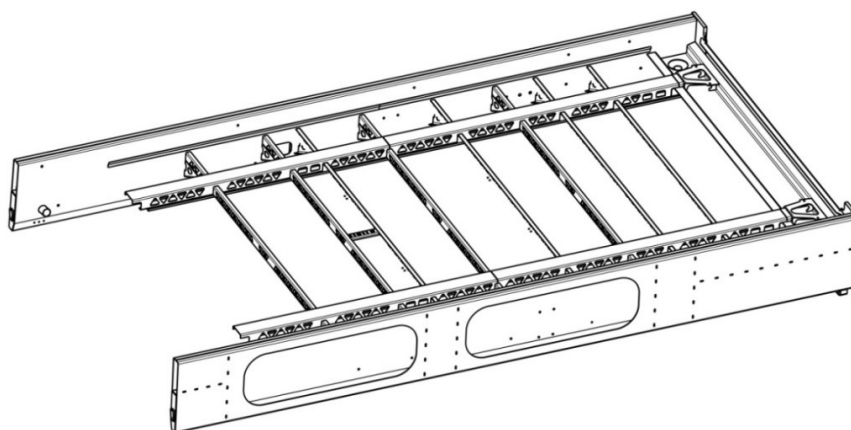
Kostra střechy A,B vypadá podobně jako střecha C až na jeden komponent a to příčník, který nalezneme pouze zde. Jednotlivé díly kostry jsou zapsány v tabulce 21 a přehled svarů v tabulce 22 společně s délkami. Na obrázku 15 je vyobrazena kostra střechy A,B.

**Tabulka 21:** Kostra střechy A,B [9]

Jednotlivé díly	Počet kusů
Vaznice	2
Výztuha podélná	4
Příčník přední	1
Kružina	8
L1 uzavírací	4
Profil HM 28-15	4
Profil U2	2
Podpěra kanálu	1

**Tabulka 22:** Celkový přehled svarů na kostře střechy A,B [9]

Druh svaru	Metoda svařování a přídatný materiál 135 EN ISO 14341-A	Délka svaru [mm]
Svar koutový	- G 42 5 M21 3Si1	12835
	- G 42 5 M21 3Si1	430
Svar koutový oboustranný	- G 42 5 M21 3Si1	936
Svar ½ Y	- G 42 5 M21 3Si1	16250
Svar tupý	- G 42 5 M21 3Si1	1406

**Obrázek 15:** Kostra střechy A,B [9]

Kompletní střechy docílíme přivařením posledních níže vypsáných jednotlivých dílů v tabulce 23.

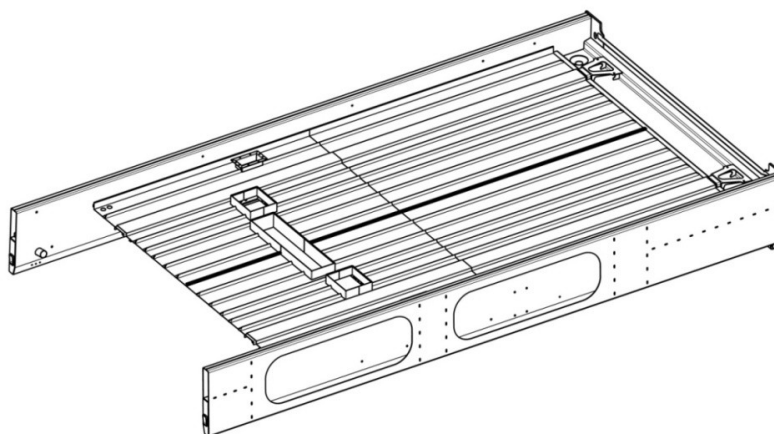


**Tabulka 23:** Střecha A,B [9]

Jednotlivé díly	Počet kusů
Kostra střechy A,B	1
NPP vrchní celý A,B 1	1
NPP vrchní celý A,B 2	1
Podpěra kanálu	2

**Tabulka 24:** Celkový přehled svarů na střeše A,B [9]

Druh svaru	Metoda svařování a přídavný materiál 135 EN ISO 14343-A	Délka svaru [mm]
Svar koutový	- G 18 8 Mn (WNr.1.4370)	7440
	- G 19 9 L Si (WNr.1.4316)	1360
Svar ½ Y	- G 18 8 Mn (WNr.1.4370)	2880
	- G 19 9 L Si (WNr.1.4316)	160
Svar Y	- G 19 9 L Si (WNr.1.4316)	810
Svar tupý	- G 19 9 L Si (WNr.1.4316)	250

**Obrázek 16:** Kompletní střecha A,B [9]

## Střecha D

Kostra střechy D je svými rozměry nejmenší. Skládá se ze dvou vaznic a pouze ze dvou výztuh a čtyř kružin. Dále obsahuje podpěru kanálu a čtyři profily HM.

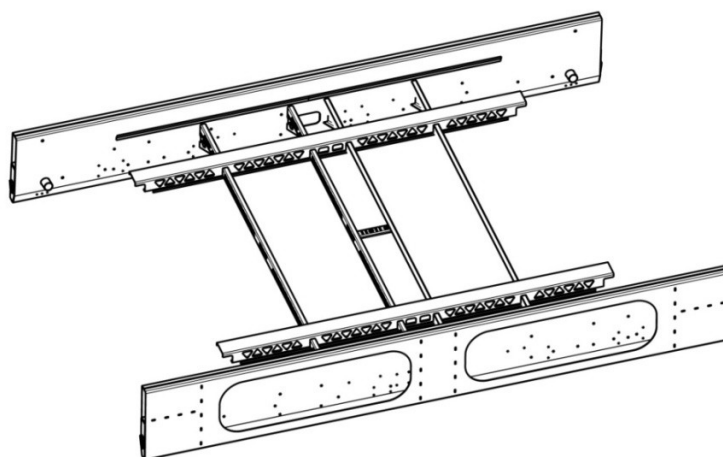
**Tabulka 25:** Kostra střechy D [9]

Jednotlivé díly	Počet kusů
Vaznice	2
Výztuha podélná	2
Kružina	4
Podpěra kanálu	1
Profil HM 28-15	4

Na celou kostru střechy je použita technologie 135 a to i s jedním druhem přídavného materiálu.

**Tabulka 26:** Přehled svarů na kostře střechy D [9]

Druh svaru	Metoda svařování a přídavný materiál 135 EN ISO 14341-A	Délka svaru [mm]
Svar koutový	- G 42 5 M21 3Si1	4868
Svar ½ Y	- G 42 5 M21 3Si1	9280
Svar tupý	- G 42 5 M21 3Si1	320

**Obrázek 17:** Kostra střechy D [9]

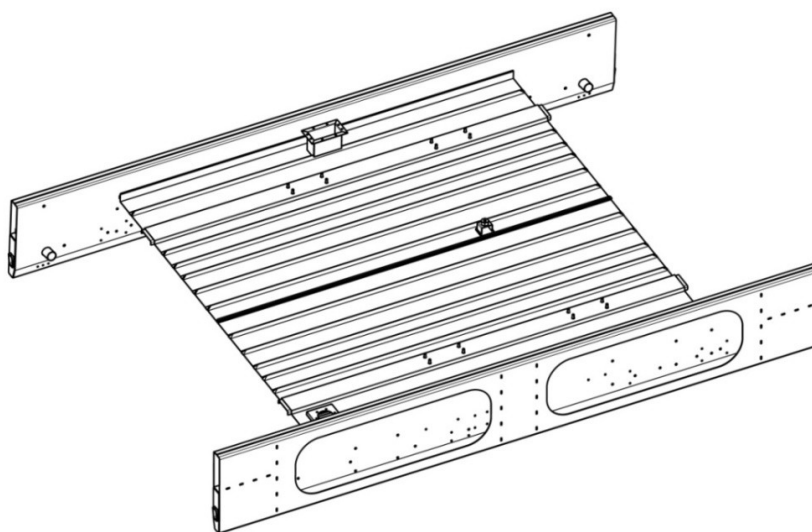
Kompletní svařená střecha D obsahuje jako jediná stojan bleskojistky, který je umístěn v 1/3 středové délky. Nachází se na střeše také místo, které neprojde procesem svařování, ale toto místo je potřeba zatmelit.

**Tabulka 27:** Střecha D [9]

Jednotlivé díly	Počet kusů
Kostra střechy D	1
Nerezový profilovaný plech vrchní D 1	1
Nerezový profilovaný plech vrchní D 2	1
Stojan bleskojistky	1
Návarek	3
Návarek M20	1
Podložka	8
Šroub M10x30	16

**Tabulka 28:** Celkový přehled svarů na střeše D [9]

Druh svaru	Metoda svařování a přídatný materiál	Délka svaru [mm]
Svar koutový	135 EN ISO 14343-A - G 18 8 Mn (W Nr.1.4370)	3600
	135 EN ISO 14343-A - G 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	1691
	135 EN ISO 14341-A - G 42 5 M21 3Si1	640
Svar ½ Y	135 EN ISO 14343-A - G 18 8 Mn (W Nr.1.4370)	1280
Svar Y	135 EN ISO 14343-A - G 19 9 L Si (W Nr.1.4316)	540

**Obrázek 18:** Kompletní střecha D [9]

### 3 Zhodnocení současného stavu

Zásadním řešením současného stavu je úplná realizace celé haly s veškerým vybavením. Je zapotřebí navrhnout celkové rozmístění pracoviště tzv. layout, kde se budou vyrábět jednotlivé díly střech tramvají o různých velikostech. Na základě toho stanovím, v závislosti na konstrukci svařenců a počtu svařovaných podsestav, počet dílčích pracovišť a jejich prostorové uspořádání.

Předmětem realizace projektu je taktéž vybavení pracoviště. Předem musím stanovit počet potřebných zařízení, které se vhodně rozmístí po pracovišti. Je nutné dílnu opatřit kvalitními pracovními stroji s ohledem na bezpečí všech pracovníků, a proto je na místě pečlivě vybrat správný druh stroje, který by hodnotně odvedl svou práci, zvláště kvůli těžkým sestavám vázících kolem jedné tuny. Ze strojů, které v dílně budou umístěné, navrhuji například mostový jeřáb, svařecí zařízení a jiné. Nejen strojová zařízení, ale také ostatní vybavení jako jsou odkládací plochy, musím vybrat s pečlivostí. Pro typ této dílny jsou vhodné pracovní stoly s kovovým povrchem, které odolají rychlému opotřebení. To platí i pro funkční úložné konstrukce, které musí odolávat váze i několika set kilogramů. Posledním důležitým prvkem jsou ochranné prvky aktivní i pasivní bezpečnosti, které jsou často opomínány. Zapotřebí je tedy navrhnout rozmístění ochranných zástěn, kvalitního odvětrávání zplodin, hasicích přístrojů, lékárničky a značek, kde budou v případě nouze vhodně uplatněny.

Podstatným prvkem celé dílny bude sklad na kompletně vyrobené střechy, který bude zapotřebí správně uspořádat, a proto se sklad opatří úložnými konstrukcemi a boxy. Zapotřebí bude tedy ještě stanovit počet výrobních dělníků a provést kapacitní výpočet spotřeby času.

Každá kompletní střecha se skládá ze dvou vaznic, kružin, výztuh a nerezového plechu.

## **4 Návrh řešení**

Z analýzy a hodnocení současného stavu pracoviště, kterou jsem provedl na základě úspěšného získání informací o pracovišti, jsem dospěl k názoru, že je třeba dílnu vybavit a upravit dle nároků na kvalitní výrobu jednotlivých dílů, v mém případě svařenců střech tramvají 26T a 28T.

### **4.1 Předběžný výrobní postup**

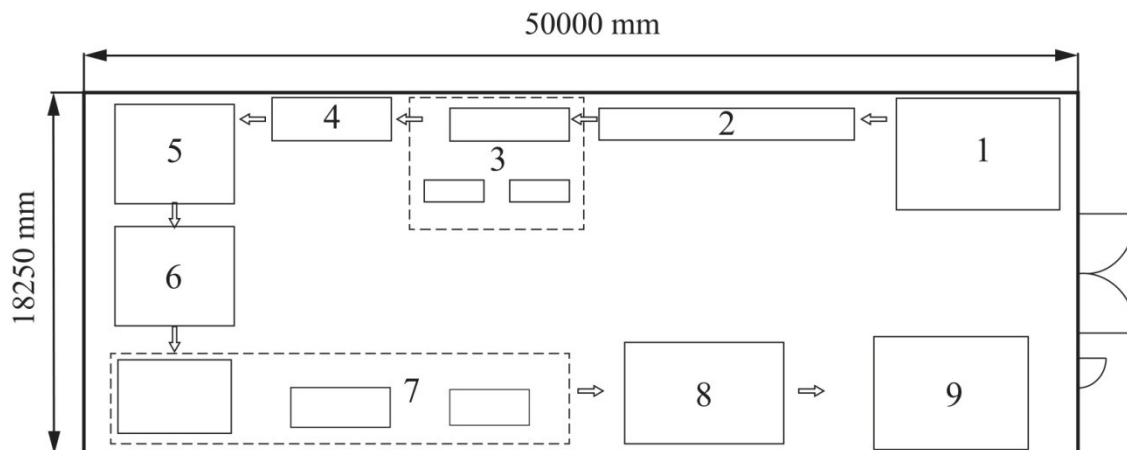
První pracoviště bude tvořit sklad, který poslouží jako prostor pro uskladnění dílů na výrobu. Následuje pracoviště 2, kde bude docházet k bodovému svařování vaznice s těsnícím profilem. Takto upravený komponent se poté odloží k předem určenému místu. V pracovišti 3. bude docházet k přípravě a svařování podsestav (vaznic, kružin a příčníku předního). Takto zhotovené komponenty na pracovišti 3. se odloží do mezioperačního skladu (pracoviště 4). Na mezioperační sklad navazuje pracoviště 5, kde se v přípravku Siegmund svaří celková kostra střechy z jedné strany. Svařená kostra z jedné strany se přesune na pracoviště 6, kde se svaří i z druhé strany. Kompletně svařenou kostru střechy je potřeba vyrovnat a změřit, proto navrhuji pracoviště 7, kde se tyto úkony provedou. Pracoviště 8 navrhuji tak, aby bylo uzpůsobeno pro navaření nerezového profilovaného plechu. Kompletní střecha se uloží do odkládacího prostoru pro dokončené střechy, který zakončuje celkovou výrobu.

### **Organizační informace**

Stanovená výroba, za kterou má být hotovo 10 kompletních střech připravených na expedici, je pět pracovních dnů.

Jeden druh střechy se bude vyrábět do té doby, dokud se nevyrobí plánovaný počet a to kvůli předem nastavenému přípravku na svaření kostry střechy. Poté se může přejít k výrobě jiného druhu střechy.

## Schéma pracoviště



- 1 Sklad
- 2 Příprava – Bodové svařování dílů vaznice
- 3 Příprava a svařování podsestav
- 4 Mezioperační sklad
- 5 Svaření kostry střechy
- 6 Zavaření kostry z druhé strany
- 7 Měření a rovnání
- 8 Práce na dokončení kompletní střechy
- 9 Odkládací prostor pro dokončené střechy

**Obrázek 19:** Schéma pracoviště

Na základě takto uspořádaného pracoviště opatřuji dílnu následujícími stroji, úložnými a pracovními prostory a nejdůležitějšími prvky bezpečnosti.

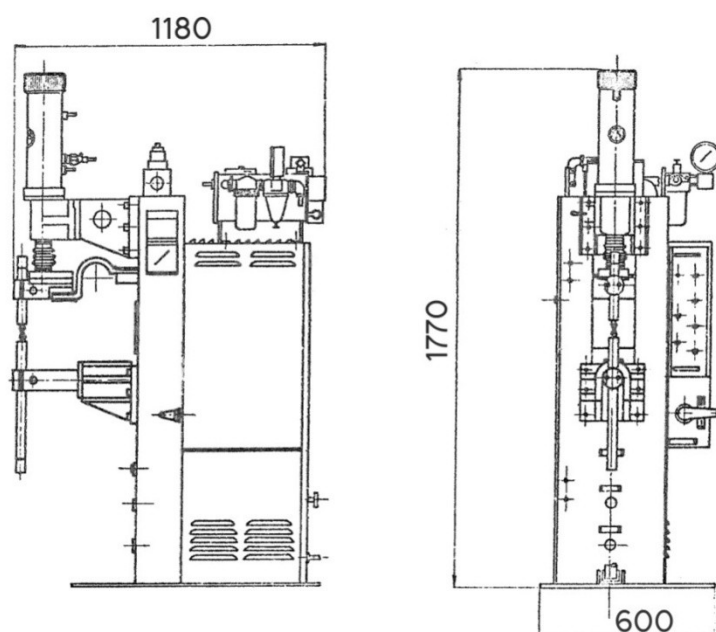
## 4.2 Stroje

### 4.2.1 Výrobní stroje

**Svařovací zařízení** – na základě výše uvedených druhu svarů, metod svařování, přídavných materiálu a následujících délek svaru, volím tyto svařovací přístroje.

- **Bodová svářečka WBP 20 SD 04** – Sklad Pars nova a.s.

Jedná se o bodovou pneumatickou svářečku se zabudovaným elektronickým programovým řízením synchronním. Slouží k přeplátovanému svařování tenkých plechů z nízkouhlíkových ocelí. Je vhodná pro svařování krátkých opakovaných cyklů v sériové či hromadné výrobě.



**Obrázek 20:** Bodová svářečka WBP 20 SD 04 [10]

Bodová svářečka dokáže svařovat jak jednotlivé body, tak i celou řadu bodů, pomocí řídicí skříně. Svařovací tlak na špičkách vzniká tlakovým vzduchem a ovládá se pomocí snížovače tlaku. Svařovací elektroda je spojena s pneuhlavou dvojitou, kde je možné mít pracovní zdvih 31 mm a pomocný 32 mm. V tabulce 27 nalezneme přesná technická data. [9]

**Tabulka 27:** Technická data bodové svářečky [10]

Jmen. napětí sítě	380 V
Jmen. kmitočet	50 Hz
Porovnávací výkon při 50 % Dz	20 kVA
Jmenovitý zatěživatel	6,3 %
Jmenovitý primární proud	52,5 A
Max. primární proud	136 A
Max. sekundární proud	13500 A
Tlak vody	0,2 – 0,3 Mpa
Spotřeba tlaku vzduchu	0,5 Mpa
Délka	1180 mm
Šířka	600 mm
Výška	1770 mm
Hmotnost	490 kg

- **Invertorový svařovací komplet – ESAB**

- Invertorový svařovací zdroj Origo™ MIG 4004i
- Podavač Origo™ Feed 3004 s panelem MA24
- Chladicí jednotka COOL 1
- Čtyřkolový vozík

Origo™ MIG 4004i je elektronicky řízený invertor MIG/MAG s univerzálním využitím, nízkou váhou, malými rozměry a vysokým výkonem. Umožňuje svařování i v náročných podmínkách.



**Obrázek 21:** *Invertorový svařovací komplet ESAB [11]*

V porovnání se svářecími zdroji s traťovou konstrukcí je tahle svářečka lehčí, díky čemuž je snadnější mobilita. Tomu přispívá i čtyřkolový vozík, na kterém je svářecí sestava umístěna. Spotřeba elektrické energie u tohoto typu je minimální při stejném výkonu. Je účinnější a tím zaručuje snížení nákladů na svařovací proces. Rozměry s chladicí jednotkou jsou 610 mm × 256 mm × 675 mm o váze 46 kg.



**Tabulka 28:** Technická data zdroje Origo™ MIG 4004i [11]

Napájení	380 – 440 V
<b>Max. zatížení MIG/MAG</b>	
100% DZ A/V, 3f	300/32
60% DZ A/V, 3f	400/36
<b>Rozsah parametrů</b>	
MIG/MAG	20 – 400 A
MMA	16 – 400 A
TIG	4 – 400 A
Napětí na prázdko	55 V
Výkon	40 W
Účinnost při I <sub>max</sub>	87 %

Origo™ Feed 3004 s panelem MA24 je důležitou částí svařovacího kompletu. Tento podavač drátu je robustní a spolehlivý a umožňuje použití v náročných prostředích. Elektronicky ovládané podávání zajišťuje přesný a stabilní oblouk. Bezpečnost a flexibilita je zde zaručena, s kombinací panelu MA24 nabízí ojedinělou možnost rychlého nastavení svařovacích parametrů ve zkratovém přenosu (funkce QSet™).

**Tabulka 29:** Technická data zdroje Origo™ Feed 3004 [11]

Napájecí napětí	42 V
Kapacita cívky drátu	18 kg
Max. průměr cívky	300 mm
Rychl. podávání drátu	0,8 – 25,0 m/min
<b>Rozměry drátů</b>	
ocel	0,6 – 1,6 mm
korozivzdorná ocel	0,6 – 1,6 mm
hliník	1,0 – 1,6 mm
trubičkový drát	0,8 – 1,6 mm

**Funkce panelu MA24:**

- 2/4 taktní ovládání – zjednodušená manipulace
- Předfuk/dofuk plynu

- Digitální V/A metr
- Zavádění drátu/proluk plynu
- Paměť pro 3 parametry
- QSet™
- Vyplnění kráteru – zaručeno dokončení svaru
- Pomalý start – plynulý začátek s menším roztříkem
- Předprogramované funkce – optimální nastavení pro širokou škálu materiálu, drátu a plynu.

Další součástí svařovacího kompletu je chladicí jednotka s označením COOL 1. Funkcí chladicí jednotky je prodloužit proces svařování. Chladicí výkon je 1,3 kW a disponuje kapacitním průtokem 2 l/min. [11]

- **TIG svařovací komplet – ESAB**

- TIG svařovací zdroj Caddy™ Tig 2200i AC/DC
- Panel TA33
- Chladicí jednotka CoolMini
- Dvoukolový vozík



**Obrázek 22:** TIG svařovací komplet ESAB [12]

Caddy™ Tig 2200i AC/DC je výborný mobilní zdroj pro těžké podmínky, který společně s panelem TA33 zaručí nejnáročnější požadavky při svařování TIG. Tento

typ zdroje zajistí stabilní oblouk a bezpečné zapálení v režimu AC i DC. Hodí se pro všechny typy materiálu do tloušťky 5 mm, kde zaručí vysokou kvalitu.

Funkce QWave™ optimalizuje v režimu AC průběh proudu, která zajišťuje stabilní oblouk, omezuje hluk svařování na minimum, přičemž nedochází k ovlivnění kvality svaru. Dále funkce „True“ hlídá a koriguje svařovací parametry. Je zde i funkce pulzního svařování pro kontrolu nad vneseným teplem, DC mikro pulz a svařování MMA.

Panel Caddy™ TA33 potřebuje k svařování pouze zadání tloušťky plechu, zbývající neoptimálnější nastavení obstará zdroj. Stahování proudu dolů zvládne od 0–10 sec a dofuk plynu taktéž. [12]

**Tabulka 30:** Technická data Caddy™ Tig 2200i AC/DC [12]

Rozsah nastavení pro TIG AC/DC	4 – 220
Rozsah nastavení pro MMA	16 – 160
Napětí	230 V
<b>Max. výstup DC/AC</b>	
při 20% DZ, TIG	220 A/18,8 V
při 60% DZ, TIG	150 A/16,0 V
při 100% DZ, TIG	140 A/15,6 V
Účinnost při 100% DZ, TIG	67 %
<b>Chladicí jednotka CoolMini</b>	
Objem chladiva	2,2 l
Max. průtok	2 l/min
Max. tlak	2,3 bar
<b>Rozměry s chladicí jednotkou</b>	
Délka	407 mm
Šířka	187 mm
Výška	482 mm
Hmotnost	22 Kg

#### 4.2.2 Manipulační stroje

- **Válečková dráha o průměru 50 mm pro středně těžký materiál (nepoháněný dopravník) – BS Rollen**

Válečkové dopravníky slouží pouze k transportu kusových produktů vyšší únosnosti. Používají se samostatně, ale také jako dopravní komplexy např. výrobní a montážní linky.

Konstrukce je lehká a robustní, vyrobena z ocelového pozinkovaného U-profilu 40/80/40×3 mm se čtvercovou traverzou. Nosné válečky jsou uloženy v rámu konstrukce, které představuje pozinkovaná ocelová trubka Ø 50 × 1,5 mm s kuličkovým ložiskem na odpružené ose Ø 10 mm. Únosnost válečkové dráhy činí 150 kg/m. Výška dopravníku je stavitelná od 680 do 1100 mm. Pomocí podpěr lze spojit více drah do sebe. [13]

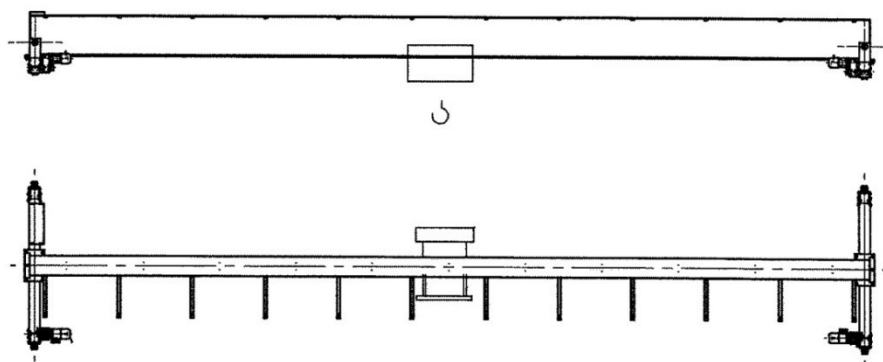


**Obrázek 23:** *Válečkový dopravník BS Rollen* [13]

Dle šířky vaznice střechy A,B 544 mm navrhuji použít šířku dráhy 800 mm. Celková šířka dopravníku je tedy 880 mm a osový odstup (rozteč) činí 104 mm. Délka dopravníku bude 3 m s tím, že bude zapotřebí použít 2 kusy, aby celková délka odpovídala 6 metrům.

- **Jednonosníkový mostový jeřáb typu JK – 12,5 / 16,260 – 2,7 – FERRO OK s.r.o.**

Mostový jednonosníkový jeřáb o nosnosti 12 500 kg, rozpětí 16,260 m a rozvoru 2,7 m obsahuje elektrický pojezd mostu a kladkostroje s elektrickým zdvihem a mikrozdvihem. Výška zdvihu materiálu je 6,7 m. Jeřábová nosná konstrukce je zhotovena z oceli třídy 52 a 37. Nosné prvky jsou svařené v ochranné atmosféře CORGONMIX a díly sešroubovány. [14]



**Obrázek 24:** *Jednonosníkový mostový jeřáb typu JK [14]*

Hlavní nosník je zhotoven svařovaným profilem obdélníkového průřezu. Na spodní přírubě hlavního nosníku pojíždí kladkostroj. Příčníky jsou posvařovány a spojeny s hlavním nosníkem přes stykové desky šroubovými spoji. Kladkostroj má dvourychlostní pojezd, který je omezen pevnými narážkami. Přetížení jeřábu hlídá přetěžovací vypínač, polohu kladnice koncový vypínač v horní i dolní poloze.

Pojezd mostu je plynulý a řízený dálkově rádiovým ovladačem. Dvě hnané a dvě hnací kola, jsou pevně uložena na čepech v kuličkových ložiskách. Jednorychlostní elektromotor s elektrickou brzdou přenáší přes převodovku pohon na hnací kola. Pojezd mostu omezují zarážky na konci dráhy a chrání ho čtyři gumové nárazníky umístěny v ose kol na koncích příčníků. Pojezd mostu má koncový vypínač – polohu zpomalovací a vypínací, která zamezuje dojetí jeřábu na doraz dráhy. [14]

**Tabulka 31:** Technická data mostového jeřábu typu JK [14]

Technická data			
Nosnost	12,5 t		
Rozpětí	16,260 m		
Rozvor	2,7 m		
Výška zdvihu	6,7 m		
Kolejnice	55 × 55 mm		
Druh kočky	podvěsná		
Rozchod	0,390 m		
Rozvor	1,035 m		
Druh kladkostroje	elektrický STAHL SHR 6032-16 4/1 L2 2m		
Pojezd mostu jeřábu	2× NORD SK3282ASG-100 L/4 BRE20FHL		
Nosné orgány			
Lano	PAWO 819WS Seil+SE, délka 43,7 m		
Hák jednoduchý	GSN 6-V-Mu, nosnost 12,5 t		
Pohyby	Zdvih hlavní / mikro	Pojezd kočky	Pojezd mostu jeřábu
Rychlost [m / min.]	0,6 / 4,0	5 / 20	6 – 42
Brzda	STAHL	STAHL	NORD
Převod	–	–	i = 28,70
Celkový instalovaný příkon	14,11 kW		

## 4.3 Úložné a pracovní prostory

### 4.3.1 Pracovní plochy

- **Celokovový pracovní stůl**

Kovový pracovní stůl červené barvy se 2 zásuvkami a spodní odkládací deskou, která zároveň slouží jako výztuha stolu. Pracovní deska je celokovová o tloušťce 3 mm. Povrchová úprava celého stolu je realizována práškovou technologií, která je schopna odolávat mechanickému opotřebení a působení řady chemikálií. Rozměr stolu činní  $1500 \times 640 \times 865$  mm s hmotností 67 kg. [15]



**Obrázek 25:** Celokovový pracovní stůl [15]

- **Svařovací stůl Siegmund  $2000 \times 1000 \times 200$  mm (Professional Systém 28)**

Svařovací stůl představuje vysokou funkčnost a také atraktivní design. Je výhodný díky rychlého upínacího systému, který umožňuje realizaci rozsáhlé aplikace během krátkého časového intervalu.

Stůl Siegmund má na pracovní desce o rozměrech  $2000 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$  horizontálně a vertikálně vrtané otvory. Horizontální otvory na bocích stolu dovolují rozšíření o další prvky stavebnice např. ke spojení stolů. Průměr jednotlivých otvorů je 28 mm a vzdálenost po sobě jdoucích děr odpovídá 100 mm. Tloušťka desky má cca 24–26 mm. Materiál, ze kterého je deska vyrobena je ocel S355J2+N. Výška stolu je stavitelná (základní 850 mm). [16]



**Obrázek 26:** *Svařovací stůl Siegmund* [16]

Pro přichycení materiálu k desce stolu slouží čepy, dorazy, svěrky, úhelníky.

- **Svařovací stůl Siegmund 2000 mm × 2000 mm × 200 mm (Professional Systém 28)**

Stůl je stejný jako předcházející, jen má jiné rozměry.

- **Litinové rovnací stoly s T drážkami**
  - **2× Deskové pole 5600 mm × 1880 mm × 400 mm** – pro kostru střechy
  - **Deskové pole 5000 mm × 2000 mm × 300 mm** – pro vaznice
  - **Deskové pole 4000 mm × 1880 mm × 400 mm** – pro příčníc přední [21]



Stůl pro kostru



Stůl pro vaznice



Stůl pro příčníc přední

**Obrázek 27:** *Litinové rovnací stoly* [21]



### 4.3.2 Úložné konstrukce

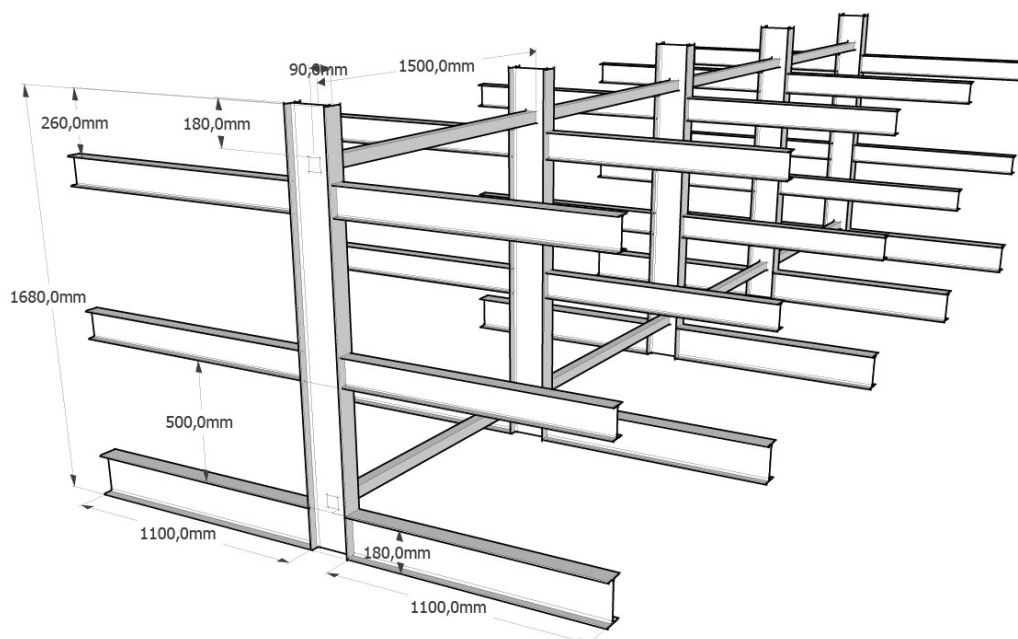
- **Konzolové regály**

Konzolovou hlavní část (základnu, sloup) tvoří ocelový nosník profilu I válcovaný za tepla 180 mm × 82 mm o tloušťce 6,9 mm. Délka základny je stejně dlouhá jako délka ramen. Konzolová ramena tvoří ocelový nosník profilu I válcovaný za tepla 120 mm × 58 mm o tloušťce 5,1 mm. Ramena jsou přivařena ke sloupu. Konzolový regál je k sobě spojen nahoře a dole čtyřhrannou trubkou 50 mm × 50 mm o délce 1500 mm. Celkový počet sloupů činní 5.

- **Oboustranný konzolový regál tři patrový**
- **Jednostranný konzolový regál**
  - **Tři patrový**
  - **Dvou patrový**

#### **Oboustranný konzolový regál tři patrový**

Regál má tři patra z obou stran. Délka ramen činní 1100 mm. Výška sloupů je 1680 mm a délka celé konstrukce 6110 mm.

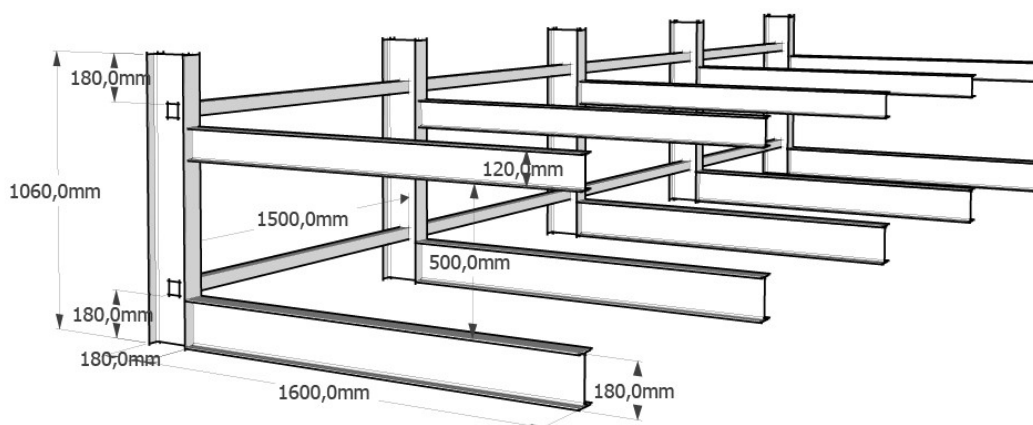


**Obrázek 28:** *Oboustranný konzolový regál*

## Jednostranný konzolový regál

- **Tří patrový** – totožný s oboustranným konzolovým regálem.
- **Dvou patrový**

Regál je navrhnout tak, aby druhé patro odpovídalo výšce 800 mm. Délka ramen se změnila na 1600 mm, aby bylo možné vedle sebe vyrovnat tři vaznice. Výška sloupu činní 1060 mm.



**Obrázek 29:** Jednostranný konzolový regál dvou patrový

- **Dílenská koza GBL1 – výsuvná, skládací**

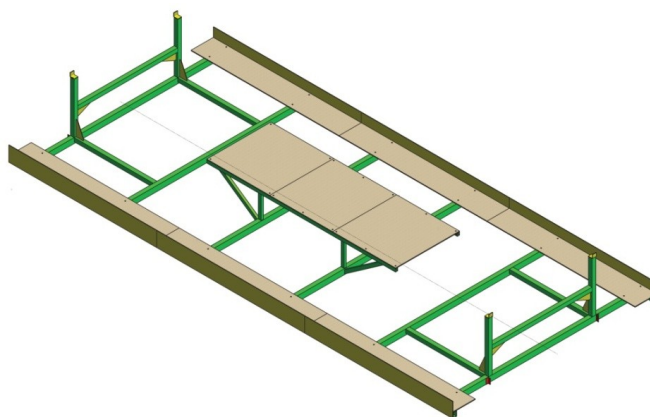
Vyrobena z ocelových trubek Ø 43 mm. Umožňuje nastavit výšku pracovní podlahy od 700 do 1200 mm a šířka podlahy činní 1200 mm. Rozteč nohou je 900 mm. Dílenská koza má nosnost 300 kg. [17]



**Obrázek 30:** Dílenská koza GBL1 [17]

- **Expediční konstrukce**

Vzhledem k rozměrům a druhů střech, je zapotřebí stanovit universální expediční konstrukci. Tato konstrukce je složena převážně ze čtyřhranných trubek z materiálu S235JR a překližek. Konstrukce má rozměry 6000 mm × 2770 mm × 850 mm. Váha činní 428 kg. Konstrukce je vyrobena ve firmě Pars nova a.s.



**Obrázek 31:** *Expediční konstrukce* [9]

#### 4.3.3 Úložné boxy

- **Gitterbox UIC 435-3**

Kovová ohradová paleta je tvořena z rámu z profilu L, do kterého je vsazena síť 50 mm × 50 mm o průměru drátu 4 mm. Jedna boční stěna konstrukce se skládá z části výklopné a sklopné, aby byl zajištěn snadný přístup. Povrchová úprava je šedá – RAL 7030. Podlahu tvoří ocelový rám z L profilu, vyplněný dřevěnými deskami. Nosnost 1500 kg. Ložné rozměry jsou 1200 mm × 800 mm × 800 mm a celkové rozměry Gitterboxu 1240 mm × 835 mm × 973 mm s hmotností 70 kg. [18]



**Obrázek 32:** *Gitterbox UIC 435-3* [18]

## 4.4 Prvky bezpečnosti

### 4.4.1 Aktivní prvky bezpečnosti

- **Odsávání – Samočisticí centrální filtrační systém SCS – PLYMOVENT**

Tento systém je nejvhodnější pro odsávání svářecích dýmů pro střední až středně těžké aplikace tzn. pro ruční svařování, přerušované poloautomatické nebo robotem řízené svařování. Je vhodný také pro svařování v těžkých podmínkách ve vícesměnném nebo v nepřetržitém provozu. V případě využití odsávacích ramen u tohoto typu, disponuje vzduchový výkon  $7.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , v případě prostorové filtrace za použití systému push-pull dosahuje výkon až  $9.000 \text{ m}^3/\text{h}$ . Samočisticí centrální filtrační systém je vybaven RoboCleanPlus což znamená, automatické čištění filtrů.

Disponuje dlouhou životností filtru, samočisticí schopností, má kompaktní provedení a umí se přizpůsobit pracovišti (proměnlivé umístění vstupu i výstupu). [22]



**Obrázek 33:** *SCS – Plymovent* [22]

- **Ochranné zástěny**

Při svařování dochází k vyzařování ultrafialových a infračervených záření, proto je nutné chránit okolí svařovacími zástěnami, které právě toto záření pohlcuje.

### **Jednodílná mobilní ochranná stěna s ochrannými zástěnami**

Konstrukce je vyrobena ze čtvercové trubky, která je následně povrchově upravena (epoxy-práškovým nátěrem) a je vybavena pojízdnými kolečky. Zástěna o tloušťce 0,4 mm je zavěšena pomocí ocelových kroužků na horní trubce. Zástěna je široká 2100 mm a vysoká 1920 mm. Volný prostor od podlahy činní 250 mm.

- Zástěna tmavě zelená S9, dle ČSN EN 1598
- Zástěna červená, dle ČSN EN 1598 – použita pro viditelnost do svařovacího prostoru. [19]



**Obrázek 34:** Červená a zelená mobilní zástěna [19]

- **Osvětlení Proteus – Elektro-lumen**

Intenzita osvětlení pracoviště by měla mít nejméně 500 luxů. Navrhují halogenové výbojkové světla 250 W, která budou zavěšena pod stropem haly, nad mostovým jeřábem.

Svitidlo Proteus je vyrobeno z lakovaného plechu, které se hodí do výrobních hal do výšky 6 – 18 m. Reflektor je leštěný hliníkový výlisek a světelný zdroj zabezpečuje halogenová výbojka. [23]



**Obrázek 35:** *Osvětlení Proteus* [23]

#### 4.4.2 Pasivní prvky bezpečnosti

- **Hasicí přístroj práškový 9 kg 55A**

Protipožární ochrana se zabezpečí ručním hasicím přístrojem, který obsahuje 9 kg hasiva (prášek FUREX ABC PLUS) a snadno se připevní pomocí držáků na zeď. Hasicí přístroj splňuje hasicí schopnost 34 A. Váží 9,8 kg, výšku má 512 mm, šířku 159 mm a hloubku 197 mm. Výtlačný prostředek je dusík a minimální doba činnosti 12 až 15 sec. Používá se k hašení požárů v průmyslu, ve skladech, v olejových a plynových kotelnách. Je vhodný i pro elektrická zařízení pod napětím do 1000 V. Nesmí se používat na lehké a hořlavé alkalické kovy. [20]



**Obrázek 36:** *Hasicí přístroj práškový 9kg 55A* [20]

- **Označení únikových cest a požární ochrany**

Při výpadku elektřiny musí být viděny únikové cesty a protipožární ochrana, proto je nezbytné použití fotoluminiscenčních značek, které se umístí na viditelné místo.

- **Hasicí přístroj** – PVC fotoluminiscenční tabulka o rozměrech 200 × 200 mm.
- **Únikový východ vpravo** – PVC fotoluminiscenční tabulka o rozměrech 400 mm × 200 mm. [20]



**Obrázek 37:** Fotoluminiscenční tabulka hasicího přístroje a únikového východu [20]

- **Lékárnička A 301**

Skříň lékárničky je zhotovena z plechu. Síla plechu je 0,8 mm a rozměry jsou 300 mm × 240 mm × 110 mm. Dvířka jsou opatřena zámkem, otevírají se do prava o 180 stupňů a na čele dvířek se nachází fotoluminiscenční tabulka. Lékárnička bude umístěna na bezpečné, suché a dostupné místo. Pro snadné umístění je na zadní stěně opatřena dvěma otvory. Navrhuji naplnění lékárničky typem O5, z důvodu rizik popálení pokožky, úrazy el. proudem, otravy plyny aj. [20]



**Obrázek 38:** Lékárnička A 301 [20]

## 5 Projekt pracoviště

V kapitole 5 Projekt pracoviště se budu zabývat kapacitním výpočtem. Pomocí norem zjistím čas, za jak dlouho se vyrobí jednotlivé kusy na daném pracovišti. Podle toho určím pracovníky a z daných časů zjistím délku výroby jedné střechy v zaběhnuté výrobě. Aby se stihly střechy vyrobit, stanovím také počet směn.

Dále detailněji rozkreslím jednotlivá pracoviště ve 3D zobrazení společně s počtem vybavení. Na to navážu definicí konečného výrobního postupu.

### Společné vybavení ve všech pracovištích

Na celé dílně budou čtyři stacionární samočisticí centrální filtrační systémy SCS – PLYMOVENT. Osvětlení Proteus bude zavěšeno ve dvou řadách ve vzdálenosti od sebe 7 m. Toto osvětlení navrhuji v případě nedostatečného osvětlení nad určitým pracovištěm ještě doplnit světly zavěšenými na rameni. Dále umístuji tři hasicí přístroje u pracovišť 3, 5 a 7. Dvě lékárničky pro první pomoc s vybavením O5 u pracovišť 6 a 7. Umístění fotoluminiscenčních tabulek v patřičných místech.

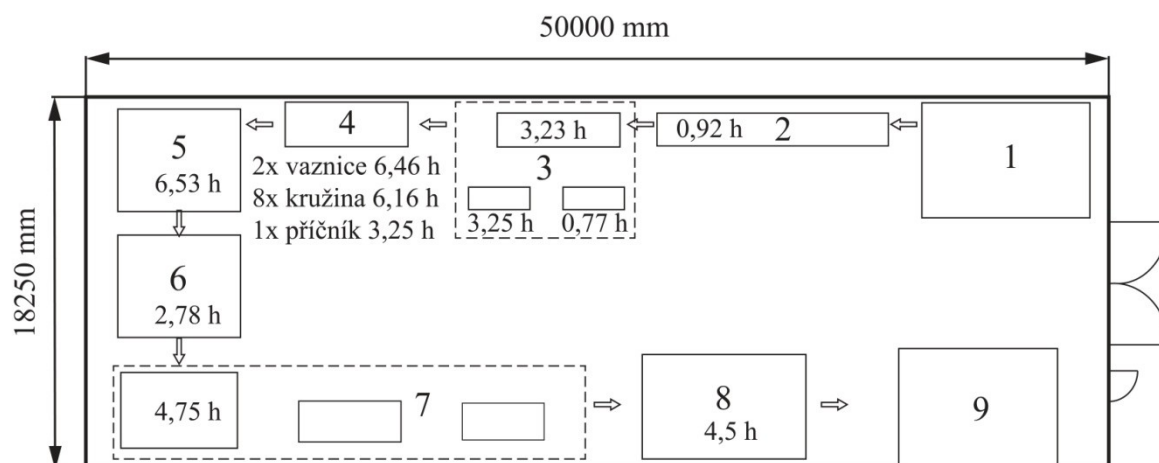


## 5.1 Kapacitní výpočet – střecha A,B

**Tabulka 32:** Doby trvání jednotlivých operací

Položka	Operace	Čas nastavení [min]	Čas výroby [min]	Celkový čas [hod]
<b>2. pracoviště</b>				
Vaznice	bodování	5	50	0,92
<b>3. pracoviště</b>				
Vaznice	nastehování	10	104	1,90
	svařování	20	174	3,23
	rovnání a kontrola	10	70	1,33
<b>3. pracoviště</b>				
Kružina	nastehovat	5	8	0,22
	svařit	5	13	0,30
	rovnání a kontrola	5	10	0,25
<b>3. pracoviště</b>				
Příčník přední	nastehovat	10	35	0,75
	svařit	10	80	1,50
	rovnání a kontrola	10	50	1,00
<b>5. pracoviště</b>				
Kostra střechy založena v přípravku	nastehování	15	210	3,75
	svaření	5	162	2,78
<b>6. pracoviště</b>				
Kostra střechy z druhé strany	svaření	5	162	2,78
<b>7. pracoviště</b>				
Kostra střechy	rovnání a kontrola	5	280	4,75
<b>Jiné pracoviště v areálu Pars nova a.s.</b>				
Kostra střechy	obrobení příčníku	10	180	3,17

Položka	Operace	Čas nastavení [min]	Čas výroby [min]	Celkový čas [hod]
<b>8. pracoviště</b>				
Kompletní střecha	nastehování	10	90	1,67
	přivaření	10	130	2,33
	kontrola	10	20	0,50



- 1 Sklad
- 2 Příprava – Bodové svařování dílů vaznice
- 3 Příprava a svařování podsestav
- 4 Mezioperační sklad
- 5 Svaření kostry střechy
- 6 Zavaření kostry z druhé strany
- 7 Měření a rovnání
- 8 Práce na dokončení kompletní střechy
- 9 Odkládací prostor pro dokončené střechy

**Obrázek 39:** Časové hodnoty výroby jednotlivých pracovišť

### Počet pracovníků

Na základě požadovaného počtu výroby 10 střech za týden a stanovení doby trvání jednotlivých operací na jednotlivých pracovištích bude zapotřebí 10 pracovníků na jednu směnu.

- Na 2. pracovišti bude jeden pracovník provádět bodové svařování.
- Na 3. pracovišti budou 4 pracovníci, z toho: dva budou vykonávat práci na vaznici, jeden na příčníku a druhý na kružinách.
- Na 5. pracovišti bude jeden pracovník na vaření kostry.

- Na 6. pracovišti bude jeden pracovník na dovaření kostry střechy z druhé strany.
- Na 7. pracovišti budou dva pracovníci na rovnání a měření.
- Na 8. pracovišti bude jeden pracovník na dokončení střechy.

### **Pracovní doba**

Navrhují 8 + 8 hodin (ranní, odpolední směnu) od pondělí do pátku.

### **Trvání výroby jedné střechy v zaběhnuté výrobě**

Délka trvání v zaběhnuté výrobě jedné střechy činí 6,53 h. Za jednu směnu se vyrobí 1,22 střech, tzn. za jeden den při dvou směnách vyrobí pracovníci 2,44 kusů kompletních střech.



**Obrázek 40:** Celkový 3D pohled na pracoviště

## 5.2 Konečný výrobní postup s rozmístěním jednotlivých pracovišť

### 1. Pracoviště – Skladování dílů pro výrobu podsestav

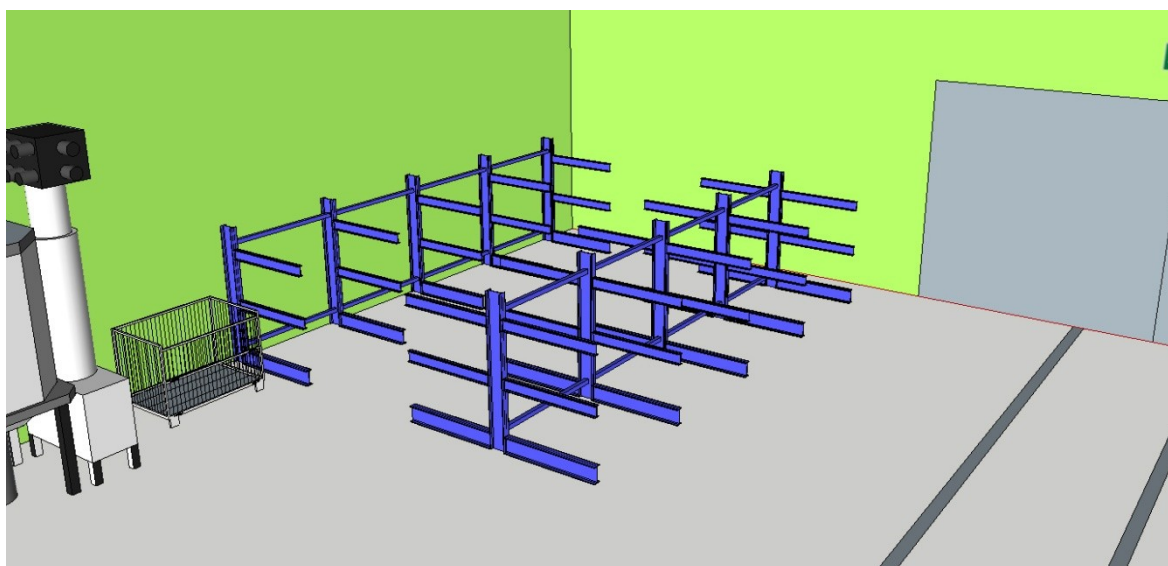
**Vybavení:** Gitterbox UIC 435-3

jednostranný konzolový regál tři patrový

oboustranný konzolový regál tři patrový

Na tomto pracovišti ve výrobní hale se bude navážet materiál souběžně s výrobou, sklad je uzpůsoben pro materiál na sestavení celé tramvajové střechy ve dvou kusech.

V Jednostranném konzolovém regálu tří patrovém budou skladovány díly na kružiny, výztuhy podélné a příčnickové díly. V oboustranném konzolovém regálu tří patrovém budou na jedné straně uloženy díly na vaznice a na straně druhé nerezové profilované plechy. V gitterboxu bude uložen drobnější materiál (výztuhy na vaznice, čela příčníku, svod vody aj.)



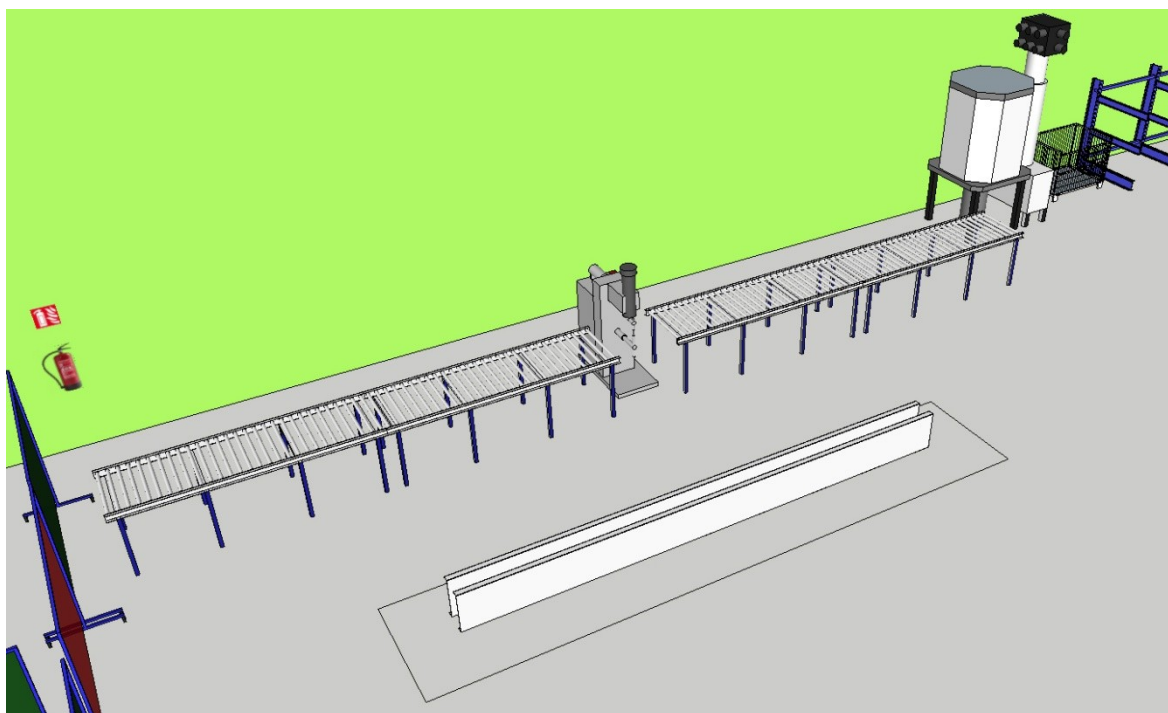
**Obrázek 41:** *Sklad*

## 2. Pracoviště – Příprava – Bodové svařování dílů vaznice

**Vybavení:** bodová svářečka WBP 20 SD 04

4× nepoháněný dopravník – BS Rollen

První díl, který začíná celou výrobu, je nejdelší komponent vaznice. Plech vaznice (tabulka 4) nebo díl vaznice (tabulka 6, tabulka 8) se vyjme z prostoru skladu oboustranného konzolového regálu tří patrového, a spolu s nimi i těsnicí profil. Plech vaznice / díl vaznice položíme na válečkový dopravník, který nám usnadní manipulaci při výrobě z důvodu vyšší hmotnosti výrobku. Postupně se pak naboduje těsnicí profil u každé vaznice. Po dokončení operace se odloží do prostoru na určené místo, kde čeká na další zpracování v 3. pracovišti.



**Obrázek 42:** *Pracoviště 2 – bodové svařování*

## 3. Pracoviště – Příprava a svařování podsestav

**Vybavení pro celé pracoviště společné:** 15× zástěna tmavě zelená

3× zástěna červená

- 1. Pracovní stůl** – 3× Svařovací stůl Siegmund 2000 mm × 1000 mm × 200 mm  
2× invertorový svařovací komplet – ESAB

**Sestava stolů Siegmund pro svařování vaznic**

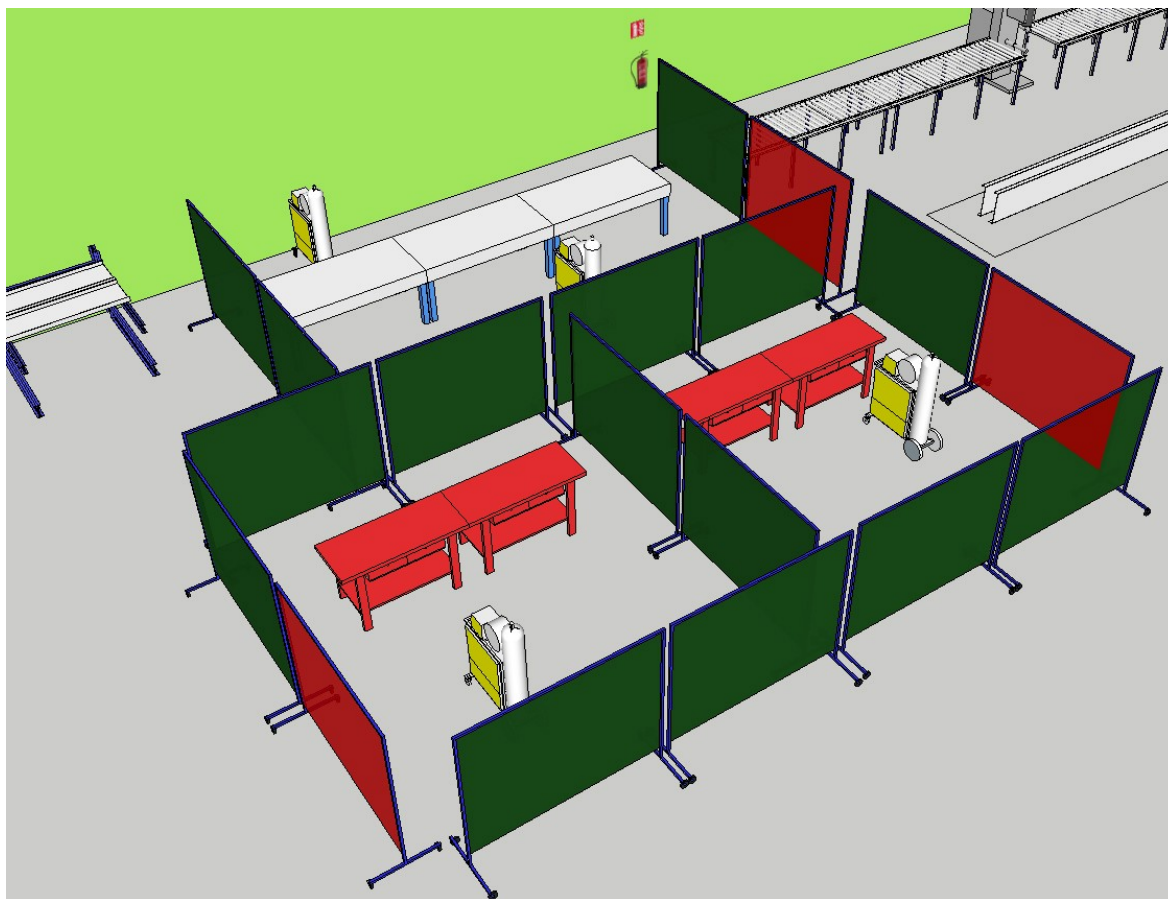
Při dalším pracovním postupu zhotovení komponentu vaznice potřebujeme ze skladu odebrat zbývající součástky, které se vztahují k výrobě vaznic (viz. tabulka 4, tabulka 6, tabulka 8), které se svaří dle výkresové dokumentace. Po dokončení této operace vznikne již hotová vaznice a odloží se na 4. pracoviště pomocí mostového jeřábu.

- 2. Pracovní stůl** – 2× celokovový pracovní stůl  
1× invertorový svařovací komplet – ESAB

Na tomto pracovním stole se svařují dvě výztuhy na příčku kružiny. Takto zhotovená kružina se odloží na 4. pracoviště do prvního patra jednostranného konzolového regálu.

- 3. Pracovní stůl** – 2× celokovový pracovní stůl  
1× TIG svařovací komplet – ESAB  
1× invertorový svařovací komplet – ESAB

Na tomto pracovním stole dochází k svařování příčnicku, který se skládá z 8 dílů viz. tabulka 14. Příčník se po svařování odloží do meziskladu. Následně se převezne mimo pracoviště této haly, kde dojde k opracování čel tohoto výrobku.



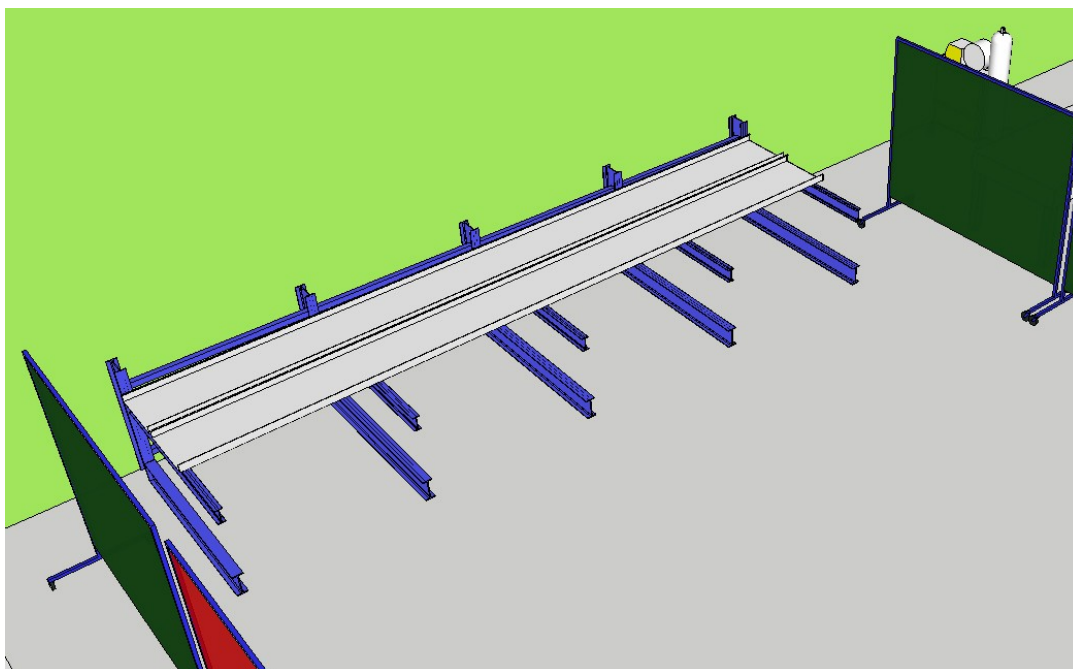
**Obrázek 43:** *Pracoviště 3 – příprava a svařování podsestav*

#### **4. Pracoviště – Mezioperační sklad**

**Vybavení:** Jednostranný konzolový regál dvou patrový

Při dokončení prací jednotlivých komponentů na předcházejících pracovištích se odloží ručně nebo pomocí mostového jeřábu těžší komponenty do mezioperačního skladu. Na druhé patro se budou odkládat mostovým jeřábem pouze vaznice. Ve spodním patře budou vyrovnány ostatní komponenty.





**Obrázek 44:** *Mezioperační sklad*

## **5. Pracoviště – Svaření kostry střechy**

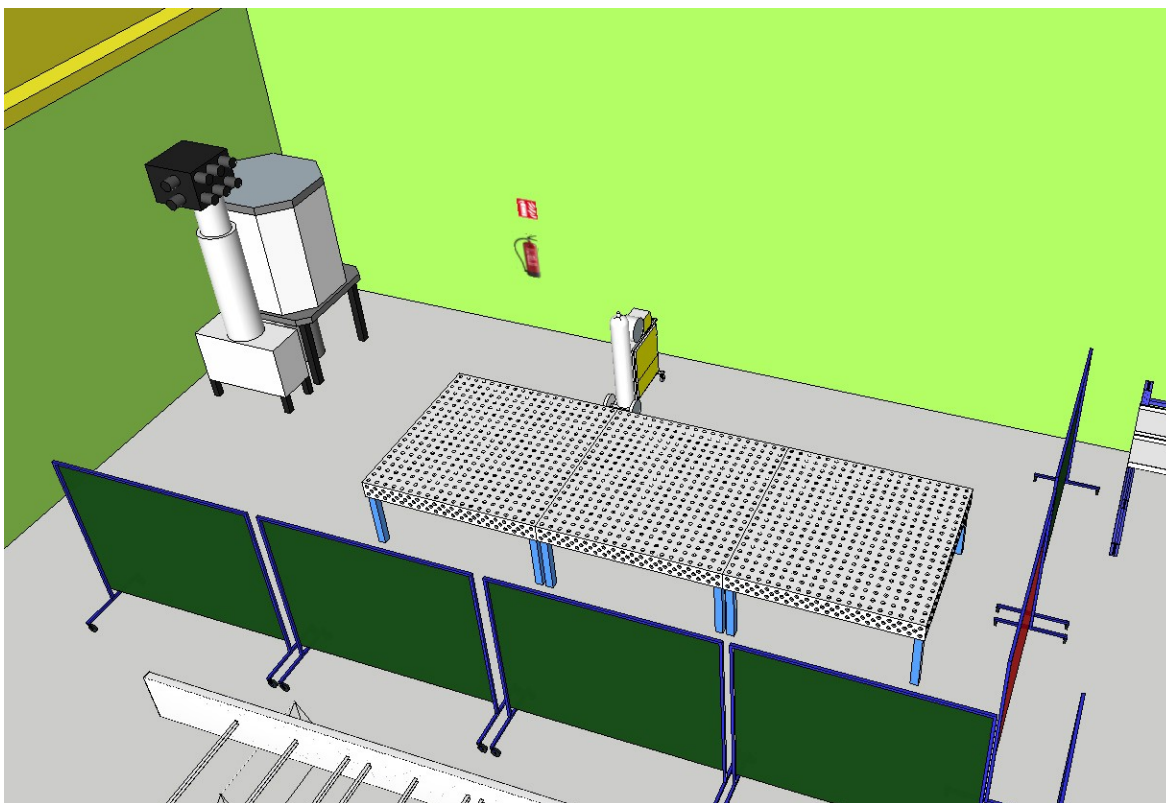
**Vybavení:** 3× svařovací stůl Siegmund 2000 mm × 2000 mm × 200 mm

1× invertorový svařovací komplet – ESAB

5× zástěna tmavě zelená

1× zástěna červená

Ze 4. pracoviště jsou těžší komponenty přemístěny pomocí mostového jeřábu na stoly Siegmund do předem nastaveného přípravku dle druhu střechy (viz. 5.1.1 nastavení přípravku), kde jsou upevněny a následně svařeny. Na stolech Siegmund dochází ke spojení všech komponentů, které již prošli procesem výroby na celkový výrobek kostry střechy (viz. tabulka 17 střecha C, tabulka 21 střecha A, B, tabulka 25 střecha D).



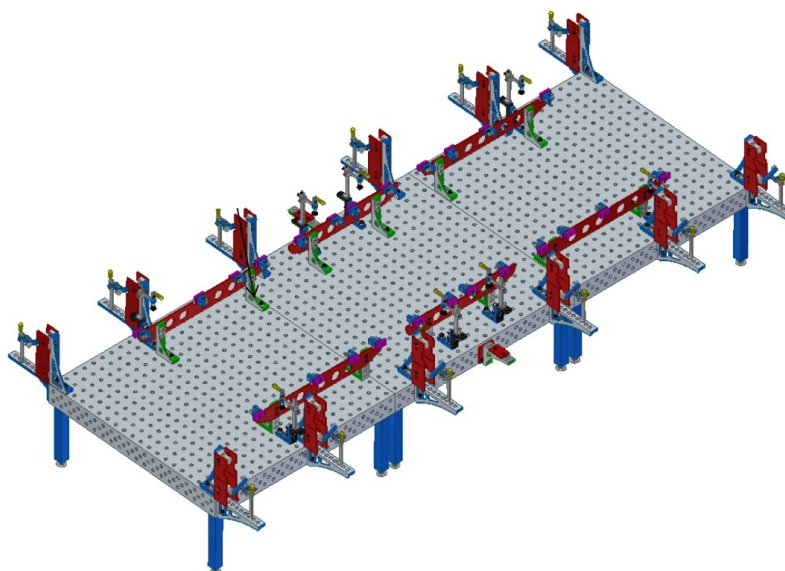
**Obrázek 45:** Pracoviště 5 – svaření kostry střechy

#### 5.1.1 Nastavení přípravku

– Pro rychlejší a jednodušší zavaření jednotlivých komponentů v celek, bude sloužit trojice stolů Siegmund společně s úhelníky, čepy, svěrkami a dorazy na 5. pracovišti.

- **Postup vkládání do přípravku pro střechu C**

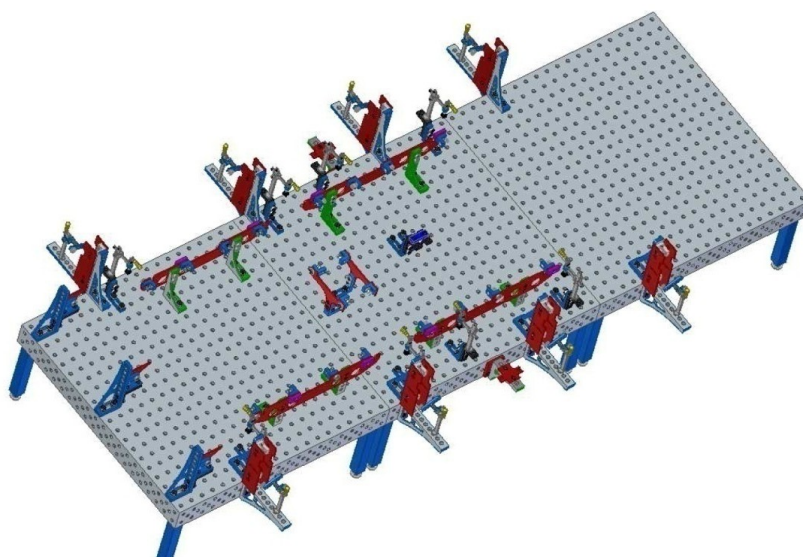
Do takto nastaveného stolu obrázek 46 se vloží boční díly vaznice. Ty se upevní. Dále se vloží do přípravku 12 kružin, které se ustaví pomocí magnetů. Dále se založí výztuhy podélné. Dojde ke kontrole, zda vše odpovídá dle výkresu. Celá sestava se nastehuje dle technologického postupu.



**Obrázek 46:** *Nastavený přípravek pro střechu C [9]*

- **Postup vkládání do přípravku pro střechu A,B**

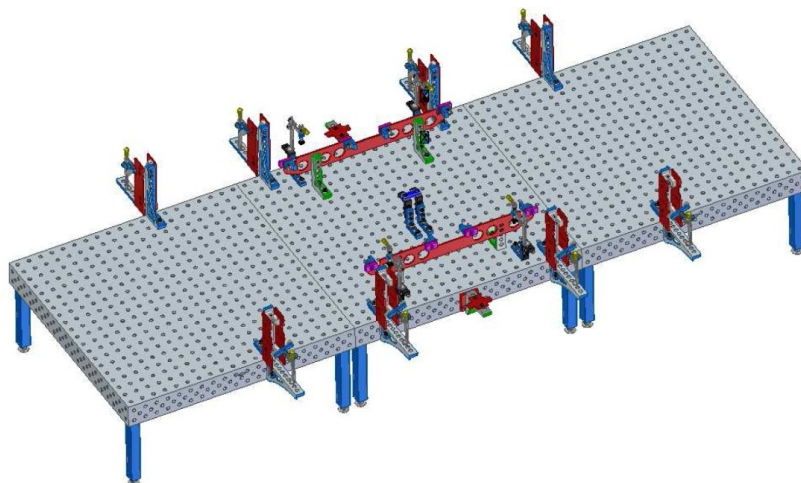
Do takto nastaveného stolu obrázek 47 se vloží příčník přední, který se vyrovná a dorazí k sloupům. Dále se vloží boční díly vaznice, které se zajistí. Dále se vloží do přípravku 8 kružin, které se ustaví pomocí magnetů. Dále se založí 4 výztuhy podélné a upnou upínáky. Dojde ke kontrole, zda vše odpovídá dle výkresu. Celá sestava se nastahuje dle technologického postupu. Aby bylo možné střechu přesunout na další pracoviště, musí se všechny upínací držáky povolit.



**Obrázek 47:** *Nastavený přípravek pro střechu A,B [9]*

- **Postup vkládání do přípravku pro střechu D**

Tento postup je obdobný jako výše uvedené postupy vkládání.



**Obrázek 48:** *Nastavený přípravek pro střechu D [9]*

## **6. Pracoviště – Zavaření kostry z druhé strany**

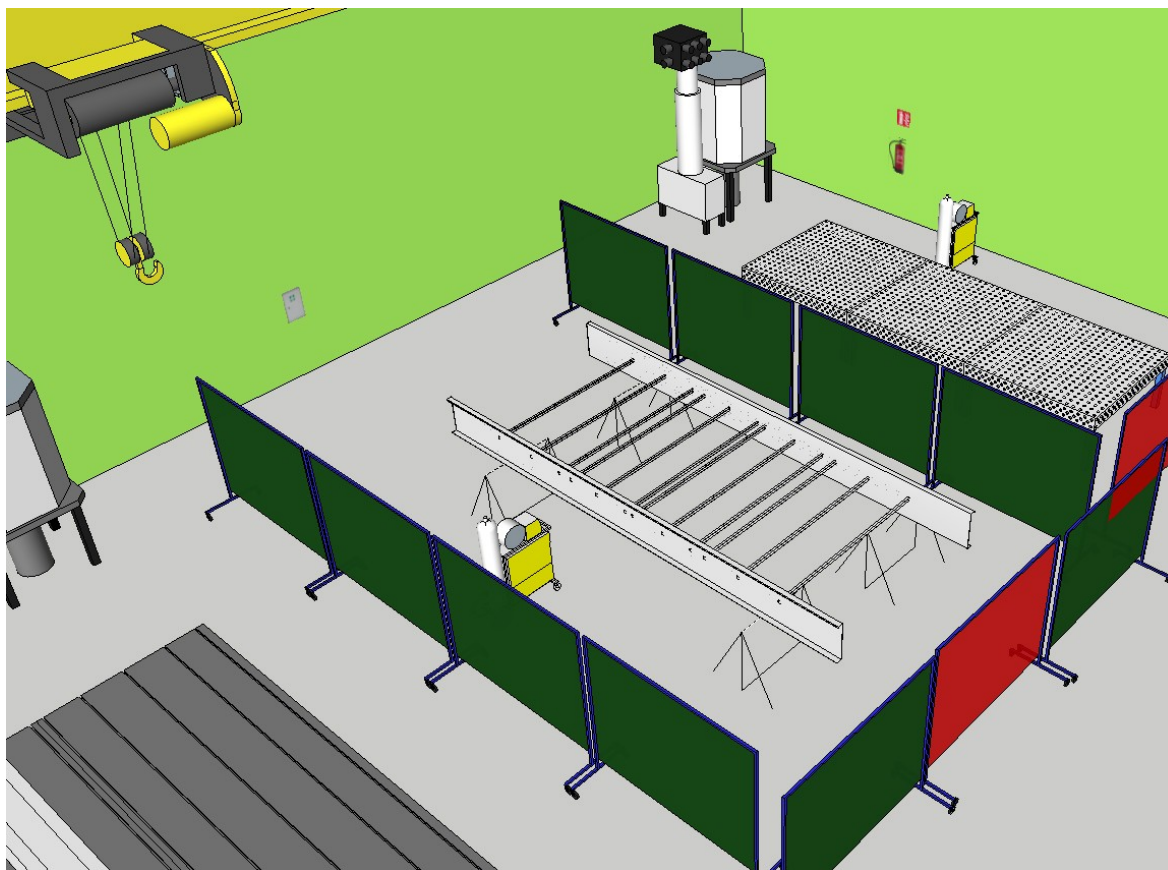
**Vybavení:** 4× dílenská koza GBL1

1× invertorový svařovací komplet – ESAB

6× zástěna tmavě zelená

1× zástěna červená

Kostra střechy je na přípravku stolu Siegmund svařena jen částečně, z jedné strany. Pro kompletní svaření je zapotřebí kostru střechy otočit a položit na připravené dílenské kozy pomocí mostového jeřábu. Na tomto pracovišti je pak kostra zavařena i z druhé strany.



**Obrázek 49:** *Pracoviště 6 – zavaření kostry z druhé strany*

## **7. Pracoviště – Měření a rovnání**

**Vybavení:** rovnací litinové stoly, zvýšené osvětlení z důvodu vizuálních a měřících úkonů

### **1. Stůl**

**Vybavení:** 2× deskové pole 5600 mm × 1880 mm × 400 mm

Po svaření je kostra přemístěna pomocí mostového jeřábu na rovnací litinový stůl, kde následně dojde k vyrovnání deformací vzniklých při svařování. Poté dojde k přeměření všech rozměrů a zapsání rozměrů do protokolu (naměřenou hodnota, zda odpovídá jmenovitému rozměru). Po dokončení této operace se kostra střechy přemístí pomocí vlakové dopravy na jiné pracoviště v areálu Pars nova a.s., kde dojde k obrobení příčnicku. Až je tento úkon hotov, vrací se zpět kostra střechy na 9. pracoviště.



## 2. Stůl

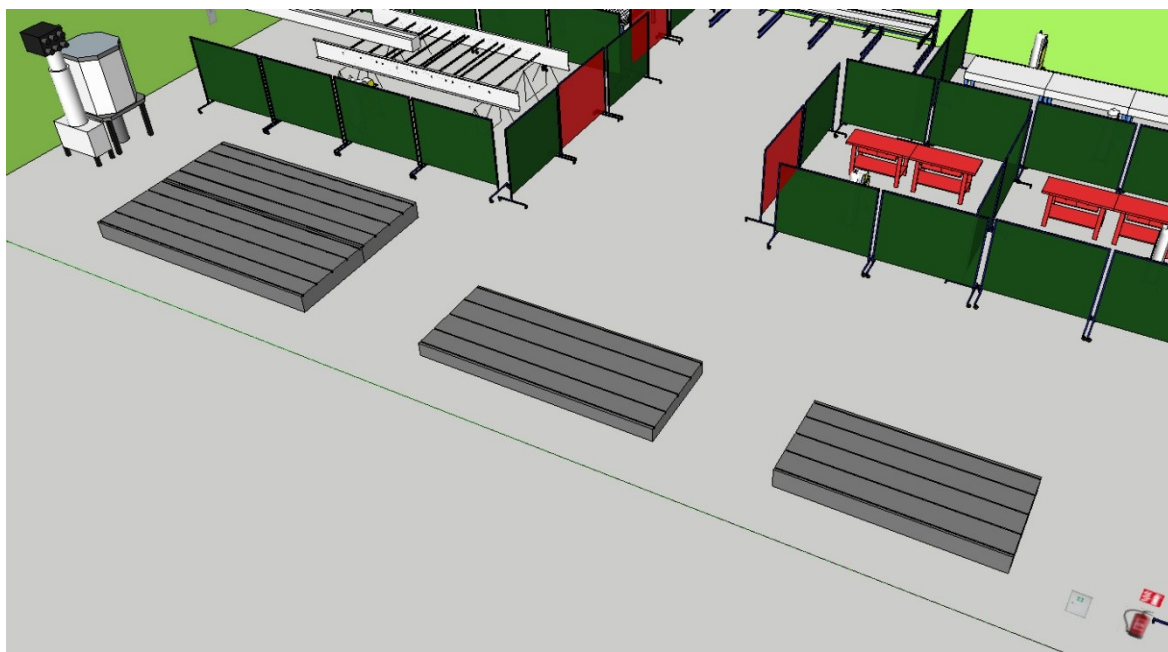
**Vybavení:** deskové pole 5000 mm × 2000 mm × 300 mm

Pokud došlo k deformacím komponentu vaznice, které vznikly při svařování na 3. pracovišti, dojde k vyrovnaní a přeměření všech deformací. Vyrovnaný a přeměřený komponent se vrátí na 4. pracoviště – mezioperační sklad.

## 3. Stůl

**Vybavení:** deskové pole 4000 mm × 1880 mm × 400 mm

Pokud došlo k deformacím komponentu příčnicku, které vznikly při svařování na 3. pracovišti, dojde k vyrovnaní a přeměření všech deformací. Vyrovnaný a přeměřený komponent se vrátí na 4. pracoviště – mezioperační sklad.



**Obrázek 50:** Pracoviště 7 – měření a rovnání

## 8. Pracoviště – Práce na dokončení kompletní střechy

**Vybavení:** 4× dílenská koza GBL1

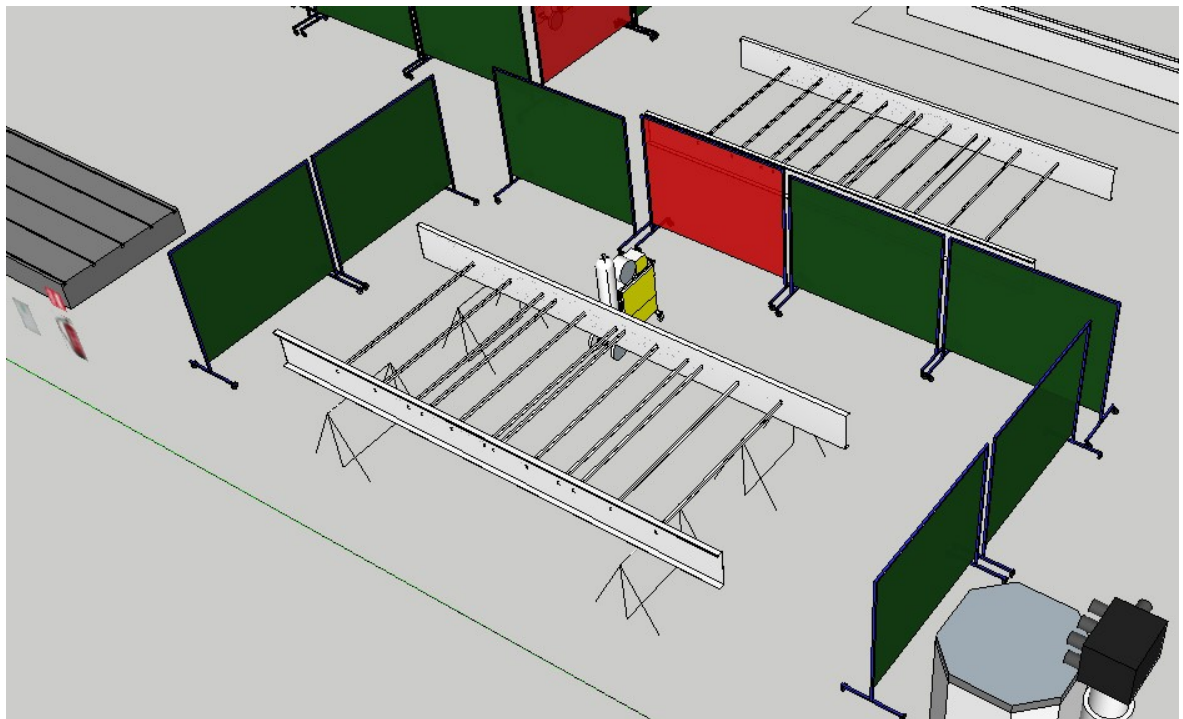
1× invertorový svařovací komplet – ESAB

7× zástěna tmavě zelená

1× zástěna červená

Kostra střechy, která byla přesunuta ze 7. pracoviště pomocí vlakové dopravy na jiné pracoviště do areálu Pars nova a.s. kvůli obrobení příčnicku, se vrací zpět z obrobny po 3,17 h. Z důvodu ještě trvajících prací na 8. pracovišti je před tímto pracovištěm odkládací prostor pro tyto dovezené střechy.

Kostra střechy se usadí na dílenské kozy, kde poté dojde k natření kostry barvou, na kterou se může svařovat. Tímto je ošetřena korozivzdornost. Následně dojde k přivaření součástí (viz. tabulka 19 střecha C, tabulka 23 střecha A,B, tabulka 27 střecha D). A tím je střecha kompletní.

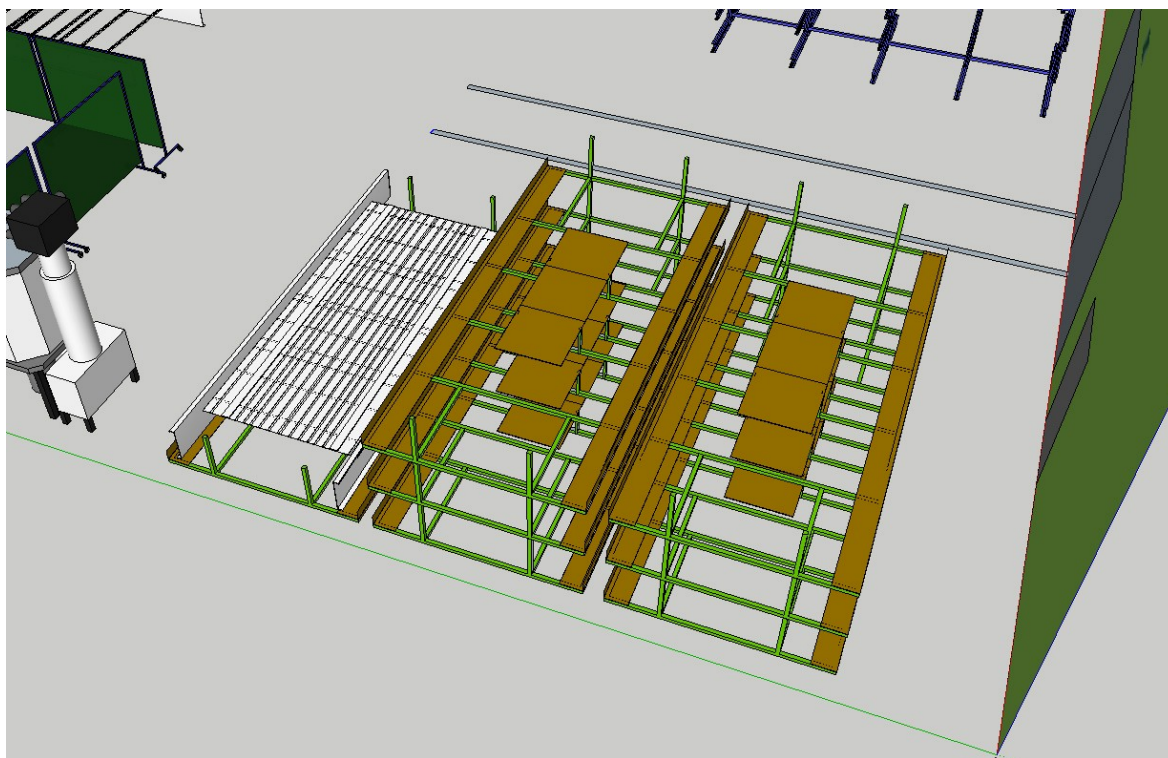


**Obrázek 51:** *Pracoviště 8 – práce na dokončení kompletní střechy*

## **9. Pracoviště – Odkládací prostor pro dokončené střechy**

**Vybavení:** expediční konstrukce

Kompletní střecha je uložena mostovým jeřábem do expediční konstrukce a připravena k následnému odvozu.



**Obrázek 52:** *Pracoviště 9 – odkládací prostor pro dokončené střechy*



## 6 Celkové zhodnocení projektu

Závěrem bych dodal, že cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit plně funkční pracoviště na výrobu svařenců střech tramvají 26T a 28T a doplnit o vhodná zařízení.

V první části – teoretické, jsem se věnoval problematice rozmístění pracoviště, která je důležitá pro samotný proces výroby a jeho náklady. Na tuto problematiku jsem navázal teorií výrobního systému, kde jsem osvětlil jeho vlastnosti a kritéria. Následujícím tématem byla manipulace materiálu, jenž je neméně důležitá, jelikož správnou manipulací materiálu ušetří firma čas i peníze. Významnou roli hraje také prostorové uspořádání pracoviště (tzv. „layout“). Zde jsem popsal základní způsoby rozmístění. U nejeфекtivnějších z nich (technologického a předmětného) jsem vyličil jejich výhody a nevýhody. Jak už jsem v úvodu zmínil, pro svůj projekt jsem se rozhodl využít předmětného uspořádání. Podle něj jsem se řídil i v návrhu řešení.

V druhé části jsem analyzoval současný stav haly. Analýza prokázala, že hala je nevyužívanou místností, která není nijak vybavená a tudíž se zde nenachází žádné překážky, které by omezovaly při renovaci této haly. Dále jsem charakterizoval společnost Pars nova a.s. a její výrobky - konkrétně tramvaje 26T a 28T. U těchto tramvají jsem se věnoval dopodrobna jejich střechám, které jsou důležitou součástí mé práce.

Třetí částí je zhodnocení současného stavu haly. V této části jsem zjistil, že halu bude třeba vybavit od úplného začátku (oprava nedostatků, vybavení) až po maličkosti (bezpečnostní prvky, osvětlení).

Čtvrtou část jsem zasvětil návrhu řešení. Zde jsem dospěl k názoru, že je třeba halu vybavit a upravit dle nároků na kvalitní výrobu jednotlivých dílů svařenců střech tramvají 26T a 28T. Navrhl jsem nejvhodnější rozmístění celého pracoviště a to předmětného s veškerým vybavením, které pracoviště vyžaduje.

V poslední, páté části jsem z doby trvání jednotlivých operací stanovil, že bude zapotřebí 10 pracovníků, kteří budou vyrábět jeden kus střechy 6,53 h. Za jednu směnu se vyrobí 1,22 střech, tzn. za jeden den při dvou směnách vyrobí 2,44 kusů kompletních střech. Pracoviště mělo být navrženo tak, aby se stihlo udělat 10 střech za týden. Tento

předpoklad je splněn a pracoviště by mělo bez problému tuto výrobu uskutečnit. Následně jsem vylíčil jednotlivá pracoviště a jejich funkce. Jednotlivých pracovišť je dohromady 9, z nichž tři jsou sklady (sklad, mezioperační sklad a odkládací prostor pro dokončené střechy). Tuto část jsem doplnil o 3D obrázky jednotlivých pracovišť, pro lepší představu o mém návrhu.

Bakalářská práce mě obohatila o další znalosti v oblasti výroby ve strojírenství. Pro splnění cíle mé bakalářské práce jsem učinil to nejlepší, co jsem mohl a domnívám se, že se mi jej podařilo naplnit.

## 7 Seznam použité literatury

- [1] TOMEK, Gustav. *Řízení výroby*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1999, 439 s. ISBN 80-716-9578-5.
- [2] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. Vyd. 1. Ostrava: Fakulta strojní VŠB-TUO, 2012, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [3] LENC, Jiří. *Optimalizace prostorového uspořádání pracoviště*. Diplomová práce. Plzeň: Fakulta ekonomická ZČU v Plzni, 73 s., 2012
- [4] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. Vydání třetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [5] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 164 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
- [6] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení* [online]. VŠB-TU Ostrava, 2007 [cit. 2013-12-5]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>
- [7] PARS NOVA A.S. *O společnosti* [online]. 2011 [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: <http://www.parsnova.cz/o-spolecnosti>
- [8] ŠKODA TRANSPORTATION A.S. *Tramvaje* [online]. [2013] [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://skoda.cz/cs/produkty/tramvaje/>
- [9] Dokumentace společnosti Pars nova a.s. [cit 18.1.2014]
- [10] ZEJ HOŘICE. *Návod pro užití, údržbu a obsluhu bodové svářečky WBP 20 SD 04*. Hořice, 7.11.1973.
- [11] Svařovací a dělicí zařízení. *ESAB Vamberk, s.r.o.* [online]. 09-2012 [cit. 2014-02-26]. Dostupné z: [http://bcz.vamberk.eu/CD\\_CZ\\_9\\_2012/pages/232\\_odd.html](http://bcz.vamberk.eu/CD_CZ_9_2012/pages/232_odd.html)
- [12] ESAB VAMBERK S.R.O. *Caddy Tig 2200i AC/DC* [online]. 03.04.2007 [cit. 2014-03-31]. Dostupné z: <http://products.esab.com/ESABImages/CaddyTig%202200i%20ACDC.pdf>
- [13] BS ROLLEN. *Kompletní katalog: Manipulační - skladová - čistící technika* [online]. 09.2013, 206 s. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.bs-rollen.de/fileadmin/bs-rollen.de/content/pdf/BS-Rollen-Katalog-CZ.pdf>
- [14] FERRO OK, spol. s.r.o. *Kniha zdvihacího zařízení: Návod k používání*. Jílové u Prahy, 2013.

- [15] Pracovní stůl TSC 5911. *Svářečky - svářečka co2, svářecí technika, inventory* [online]. 2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.svarecky-obchod.cz/dilenske-vybaveni/pracovni-stoly/1405-pracovni-stul-tsc-5911.htm#tabs-1>
- [16] SIEGMUND GMBH. *Siegmund: Svařovací a upínací systémy* [online]. 2011, 632 s. [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: [http://www.siegmund-group.com/data/dl\\_file.php?file\\_id=34728](http://www.siegmund-group.com/data/dl_file.php?file_id=34728)
- [17] Lešenárska koza GBL1. *TÓTH - Železo - náradie od A po Z* [online]. 2014 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.zelezo-naradie.sk/e-shop/action/productdetail/oc/2219/product/lesenarska-koza-gbl1.xhtml>
- [18] Gitterboxy. *Emporo* [online]. 2013 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.emporo.cz/gitterbox-uic-435-3-1200x800x800-mm-nosnost-1500-kg-seda-ral7030/d-84483-c-4011/>
- [19] Svářečské ochranné stěny. KEMPER GMBH. KEMPER [online]. [2013] [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: [http://www.kemper.eu/cs/produkty/svarecske-ochrannesteny\\_p2025](http://www.kemper.eu/cs/produkty/svarecske-ochrannesteny_p2025)
- [20] *Nakupnikos.cz: Pohodlný nákup z domova!* [online]. 2011 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.nakupnikos.cz/cs/>
- [21] Deskové pole. *Stroje Svoboda* [online]. 2014 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://strojesvoboda.cz/katalog.php?page=KATALOG&katalog=P%C5%99%C3%AADsl%C5%A1enstv%C3%AD/Deskov%C3%A9%20pole&mask=&lang=0&o=1>
- [22] SCS. PLYMOVENT. *Filtrace a odsávání vzduchu* [online]. 2013 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.plymovent.cz/cs/scs-2024>
- [23] Proteus. *ELEKTRO-LUMEN: Optimální světelná řešení* [online]. 2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.el-lumen.cz/index.php/prumyslove-osvetleni/proteus>